



conecte
L I V E

JOÃO USBERCO
PHILIPPE SPITALERI (PH)
EDGARD SALVADOR

Química

3

**LIVRO PARA ANÁLISE
DO PROFESSOR**
• VENDA PROIBIDA •

ABRELIVROS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA
DE EDITORES DE LIVROS

 **Editora
Saraiva**

plurall



Química

JOÃO USBERCO

Bacharel em Ciências Farmacêuticas pela Universidade de São Paulo.
Professor de Química na rede privada de ensino de São Paulo.

PHILIPPE SPITALERI (PH)

Bacharel em Química pela Universidade de São Paulo.
Professor de Química na rede privada de ensino de São Paulo.

EDGARD SALVADOR

Licenciado em Química pela Universidade de São Paulo.
Professor de Química do Anglo Vestibulares de São Paulo.

Direção geral: Guilherme Luz

Direção editorial: Luiz Tonolli e Renata Mascarenhas

Gestão de projeto editorial: Viviane Carpegiani

Gestão e coordenação de área: Isabel Rebelo Roque

Edição: Daniela Nardi, Erich Gonçalves da Silva,
Lucas Augusto Jardim e Kamille Ewen de Araújo

Gerência de produção editorial: Ricardo de Gan Braga

Planejamento e controle de produção: Paula Godo,
Roseli Said e Marcos Toledo

Revisão: Hélia de Jesus Gonsaga (ger.), Kátia Scaff Marques (coord.),
Rosângela Muricy (coord.), Ana Curci, Ana Paula C. Malfa,
Brenda T. M. Morais, Carlos Eduardo Sigrist, Célia Carvalho,
Claudia Virgilio, Daniela Lima, Diego Carbone, Gabriela M. Andrade,
Heloísa Schiavo, Hires Heglan, Lilian M. Kumai, Luciana B. Azevedo,
Luís M. Boa Nova, Luiz Gustavo Bazana,
Maura Loria, Patricia Cordeiro, Raquel A. Taveira, Vanessa P. Santos;
Amanda Teixeira Silva e Bárbara de M. Genereze (estagiárias)

Arte: Daniela Amaral (ger.), André Gomes Vitale (coord.)
e Filipe Dias (edição de arte)

Diagramação: Setup

Iconografia: Silvio Klugin (ger.), Roberto Silva (coord.)
e Roberta Freire (pesquisa iconográfica)

Licenciamento de conteúdos de terceiros: Thiago Fontana (coord.),
Flavia Zambon (licenciamento de textos), Erika Ramires,
Luciana Pedrosa Bierbauer, Luciana Cardoso Sousa
e Claudia Rodrigues (analistas adm.)

Tratamento de imagem: Cesar Wolf e Fernanda Crevin

Ilustrações: Adilson Secco, Alexandre Silva, Conceitograf, Estúdio
Ampla Arena, Hélio Senatore, João Anselmo, Lápiz 13B, Lettera Studio,
Luis Moura, Marcos Aurélio, Milton Rodrigues, Paulo César Pereira

Design: Gláucia Correa Koller (ger.),
Erika Yamauchi Asato, Filipe Dias (proj. gráfico) e Adilson Casarotti (capa)

Composição de capa: Segue Pro

Foto de capa: Sergey Nivens/Shutterstock,
Leungchopan/Shutterstock, Siwaporn wongchaikhun/Shutterstock

Todos os direitos reservados por Saraiva Educação S.A.

Avenida das Nações Unidas, 7221, 1ª andar, Setor A –
Espaço 2 – Pinheiros – SP – CEP 05425-902
SAC 0800 011 7875
www.editorasaraiva.com.br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Usberco, João
Química 3 : conecte live / João Usberco, Edgard
Salvador, Philippe Spitaleri. -- 3. ed. --
São Paulo : Saraiva, 2018.

Suplementado pelo manual do professor.
Bibliografia.
ISBN 978-85-472-3409-6 (aluno)
ISBN 978-85-472-3410-2 (professor)

1. Química (Ensino médio) I. Salvador, Edgard.
II. Spitaleri, Philippe. III. Título.

18-19131

CDD-540.7

Índices para catálogo sistemático:

1. Química : Ensino médio 540.7
Maria Alice Ferreira – Bibliotecária – CRB-8/7964

2018

Código da obra CL 800859
CAE 628215 (AL) / 628216 (PR)
3ª edição
1ª impressão



Impressão e acabamento

Apresentação

A Química está presente em todas as atividades humanas. Ela não se resume às avançadas pesquisas de laboratório e à produção industrial. Na verdade, mesmo que não percebamos, ela é parte integrante do nosso cotidiano.

Quando preparamos os alimentos, por exemplo, estamos fazendo uso de conceitos e transformações químicas. Da mesma forma, ao lavarmos as mãos ou escovarmos os dentes, estamos colocando em prática reações e transformações que a Química explica.

Nesta edição de *Conecte Química*, reformulada e atualizada, pretendemos levar a você, estudante, essa visão de que a Química não é uma área da ciência separada da “vida real”. Ela está por trás de cada produto (e sua embalagem) que você vê exposto nas prateleiras dos supermercados, das farmácias, das padarias. São os estudos realizados por ela, em conjunto com diversas outras ciências, que permitem aos veículos automotivos circularem pelas cidades. São esses estudos, também, que têm tornado possível buscar soluções para os crescentes problemas ambientais do planeta e melhorar a qualidade de vida das populações.

Pretendemos que esta obra sirva para que você amplie seus horizontes, perceba a inter-relação da Química com outras ciências e com sua vida e, assim, obtenha uma compreensão mais construtiva e menos distanciada desse campo da ciência.

Esperamos que, ao fazer uso desta obra, você desenvolva uma posição cada vez mais crítica e participativa sobre os avanços tecnológicos, avaliando seus benefícios e também buscando esclarecer seu possível impacto negativo no ser humano e no ambiente.

Antes de começar os seus estudos, convidamos você a ler, nas páginas 4 e 5, a seção *Conheça seu livro*, que explica como a obra está estruturada e ajudará no melhor aproveitamento do conteúdo deste livro, da coleção e das aulas.

Durante seus estudos, conte sempre com a ajuda do(a) professor(a).

Ele(a) poderá orientar seu trabalho, esclarecer dúvidas, auxiliar pesquisas e, principalmente, trocar ideias sobre os temas em estudo e sobre suas implicações na vida de cada um de vocês.

Bom estudo!

Os autores

Conheça seu livro

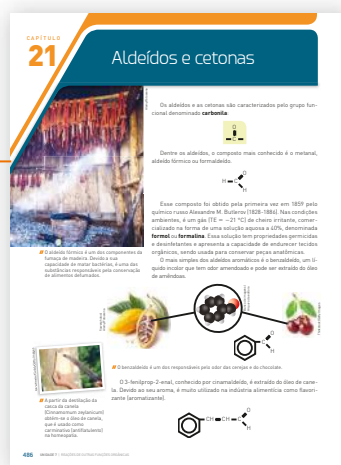
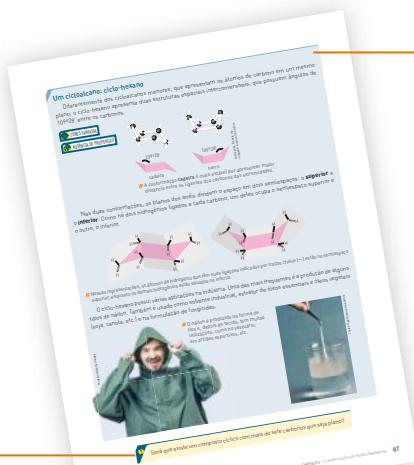


» Os volumes da coleção estão organizados em **unidades** que reúnem capítulos com temas relativos a elas. A unidade se inicia sempre com um texto que explora algum aspecto interessante do que será estudado, uma imagem e uma questão, que propõe a você algumas reflexões.

» Os **capítulos** agrupados dentro das unidades detalham os conceitos, os relacionam com aqueles previamente discutidos e preparam o fundamento para os que virão a ser trabalhados. As imagens complementam e enriquecem o texto. Seções variadas, em pequenos boxes laterais, mantêm uma constante conversa com você.

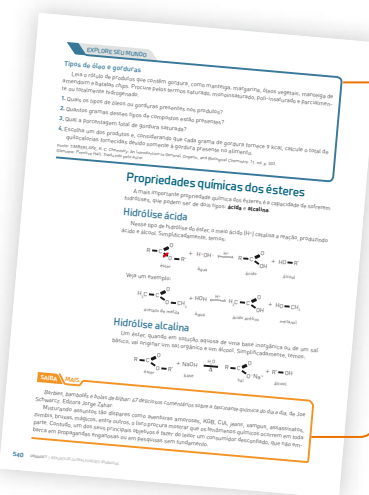
» Diversos **boxes** conversam com você para complementar informações, propor pesquisas ou reflexões, fazer alertas, sugerir ampliações, etc.

Questões pouco convencionais que estimulam a pensar sobre a Química de uma maneira diferente e a observar o mundo e os fenômenos sob outras perspectivas.



» As atividades da seção **Explore seu mundo** trazem experimentos muito simples de investigação.

Os boxes **Saiba mais** apresentam sugestões de sites, livros, artigos, filmes, etc., que poderão auxiliar na compreensão de diversos conteúdos estudados ao longo desta coleção.



» Na seção **Atividade prática**, por meio de procedimentos simples, são propostos experimentos e observações que tornam mais concretos alguns aspectos da Química.

» Para pôr em prática e consolidar seu aprendizado, você tem, ao longo dos capítulos, as seções **Fundamentando seus conhecimentos**, **Desenvolvendo seus conhecimentos** e **Desafiando seus conhecimentos**.

Atividade prática

Preparando "vinho"

O vinho é uma bebida alcoólica e é uma substância obtida pela fermentação da uva ou de outros tipos de frutas. A fermentação pode ser realizada em um recipiente de vidro.

Materiais

- 1 litro de água
- 1 garrafa de vinho de 1 L
- 15 g de fermento biológico
- 1 colher de sopa de açúcar
- 1 liquidificador
- 1 colher de chá de ácido tartárico
- 1 colher de chá de ácido cítrico



Biossegurança

Procedimento

Coloque em uma tigela o liquidificador e adicione 1 litro de água para preparar um vinho, que tem 1 litro de água, sendo usado para a fermentação de 15 g de fermento biológico. Em seguida, adicione 1 colher de sopa de açúcar, 1 colher de chá de ácido tartárico, com água, que deve ser adicionada à colher do garrafão e disposto de maneira adequada.



Deixe o vinho em contato durante aproximadamente 10 dias, depois, esse líquido, leve a um recipiente limpo e guarde. O líquido é o "vinho".

Questões

1. Escreva em seu caderno o nome das partes principais utilizadas presentes no vaso. Dê uma finalidade para cada uma.
2. Escreva o nome do material que transforma o açúcar em álcool dentro do líquido.
3. Qual é a finalidade de adicionar água no líquido antes de colocar o vinho?
4. Qual é a finalidade de adicionar água no momento em que o líquido estiver pronto para beber?
5. Qual é o nome do vaso usado para guardar o vinho?
6. De que tipo de vidro é feito o vidro? É feito de um vidro ou de um vidro de vidro? É feito de um vidro ou de um vidro de vidro?



Biossegurança

Resposta: 1. Vidro 2. Vidro 3. Vidro 4. Vidro 5. Vidro 6. Vidro

Leia, analise e responda

Borracha de pneus velhos viras asfalto mais duradouro em rodovias [...]

Material de 30% menos que asfalto normal, esse concreto compensa. Respostando: **Qual o efeito da borracha sobre o asfalto?**

Segundo os dados, a ideia de usar pneus antigos é uma inovação para o Brasil. Por lá, a incorporação da borracha nos projetos de pavimentação já é uma realidade. De acordo com especialistas, esse material tem grande efeito e quase nenhuma contaminação ambiental. Além disso, não é necessário fazer uma grande quantidade de testes para se chegar a esse resultado.

Os especialistas afirmam que a borracha pode ser usada em qualquer tipo de pavimento, seja ele asfalto ou concreto. No entanto, a maioria dos projetos de pavimentação no Brasil ainda utiliza o concreto. Isso ocorre porque o concreto é mais resistente e durável do que o asfalto.

Apesar disso, o asfalto é mais barato e mais fácil de aplicar. Além disso, ele é mais flexível e resistente a rachaduras. Por isso, muitos projetos de pavimentação no Brasil ainda utilizam o asfalto. No entanto, a maioria dos projetos de pavimentação no Brasil ainda utiliza o concreto.

Apesar disso, o asfalto é mais barato e mais fácil de aplicar. Além disso, ele é mais flexível e resistente a rachaduras. Por isso, muitos projetos de pavimentação no Brasil ainda utilizam o asfalto. No entanto, a maioria dos projetos de pavimentação no Brasil ainda utiliza o concreto.

Qual o efeito da borracha sobre o asfalto?

Segundo os dados, a ideia de usar pneus antigos é uma inovação para o Brasil. Por lá, a incorporação da borracha nos projetos de pavimentação já é uma realidade. De acordo com especialistas, esse material tem grande efeito e quase nenhuma contaminação ambiental. Além disso, não é necessário fazer uma grande quantidade de testes para se chegar a esse resultado.

Os especialistas afirmam que a borracha pode ser usada em qualquer tipo de pavimento, seja ele asfalto ou concreto. No entanto, a maioria dos projetos de pavimentação no Brasil ainda utiliza o concreto. Isso ocorre porque o concreto é mais resistente e durável do que o asfalto.

Apesar disso, o asfalto é mais barato e mais fácil de aplicar. Além disso, ele é mais flexível e resistente a rachaduras. Por isso, muitos projetos de pavimentação no Brasil ainda utilizam o asfalto. No entanto, a maioria dos projetos de pavimentação no Brasil ainda utiliza o concreto.

Apesar disso, o asfalto é mais barato e mais fácil de aplicar. Além disso, ele é mais flexível e resistente a rachaduras. Por isso, muitos projetos de pavimentação no Brasil ainda utilizam o asfalto. No entanto, a maioria dos projetos de pavimentação no Brasil ainda utiliza o concreto.

Apesar disso, o asfalto é mais barato e mais fácil de aplicar. Além disso, ele é mais flexível e resistente a rachaduras. Por isso, muitos projetos de pavimentação no Brasil ainda utilizam o asfalto. No entanto, a maioria dos projetos de pavimentação no Brasil ainda utiliza o concreto.

Apesar disso, o asfalto é mais barato e mais fácil de aplicar. Além disso, ele é mais flexível e resistente a rachaduras. Por isso, muitos projetos de pavimentação no Brasil ainda utilizam o asfalto. No entanto, a maioria dos projetos de pavimentação no Brasil ainda utiliza o concreto.

Apesar disso, o asfalto é mais barato e mais fácil de aplicar. Além disso, ele é mais flexível e resistente a rachaduras. Por isso, muitos projetos de pavimentação no Brasil ainda utilizam o asfalto. No entanto, a maioria dos projetos de pavimentação no Brasil ainda utiliza o concreto.

Apesar disso, o asfalto é mais barato e mais fácil de aplicar. Além disso, ele é mais flexível e resistente a rachaduras. Por isso, muitos projetos de pavimentação no Brasil ainda utilizam o asfalto. No entanto, a maioria dos projetos de pavimentação no Brasil ainda utiliza o concreto.

Apesar disso, o asfalto é mais barato e mais fácil de aplicar. Além disso, ele é mais flexível e resistente a rachaduras. Por isso, muitos projetos de pavimentação no Brasil ainda utilizam o asfalto. No entanto, a maioria dos projetos de pavimentação no Brasil ainda utiliza o concreto.

100 | revistaespecial.cnnbrasil.com.br

» A seção **Leia, analise e responda** é outro momento do livro que explora a interdisciplinaridade, com textos sucintos que enfatizam o caráter interdisciplinar da Química.

Fundamentando seus conhecimentos

Consulte as informações e as ilustrações a respeito dos tópicos 1 a 7.

1. O que são os compostos A, B e C?
2. Escreva a equação da síntese A.
3. Escreva a equação da síntese B.
4. Escreva a equação da síntese C.
5. Escreva a equação da síntese D.
6. Qual dos compostos A, B ou C possui o grupo funcional X?
7. Qual dos compostos A, B ou C possui o grupo funcional Y?

Desenvolvendo seus conhecimentos

O **Clorato de Polioctileno** (CPO) é um composto orgânico utilizado em alguns tipos de explosivos. Pode ser obtido a partir de um processo de síntese que envolve a reação de um composto orgânico com o cloro. A reação é mostrada a seguir:

$$\text{C}_8\text{H}_{18}\text{O}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_8\text{H}_{17}\text{ClO}_2 + \text{HCl}$$

onde $\text{C}_8\text{H}_{18}\text{O}_2$ é o composto orgânico e $\text{C}_8\text{H}_{17}\text{ClO}_2$ é o **Clorato de Polioctileno**.

Com base nas informações e na reação química, responda:

1. Qual a fórmula molecular do composto orgânico?
2. Qual a fórmula molecular do **Clorato de Polioctileno**?

Com base nas informações e na reação química, responda:

1. Qual a fórmula molecular do composto orgânico?
2. Qual a fórmula molecular do **Clorato de Polioctileno**?

Com base nas informações e na reação química, responda:

1. Qual a fórmula molecular do composto orgânico?
2. Qual a fórmula molecular do **Clorato de Polioctileno**?

1. O que são os compostos A, B e C?

2. Escreva a equação da síntese A.

3. Escreva a equação da síntese B.

4. Escreva a equação da síntese C.

5. Escreva a equação da síntese D.

6. Qual dos compostos A, B ou C possui o grupo funcional X?

7. Qual dos compostos A, B ou C possui o grupo funcional Y?

Desenvolvendo seus conhecimentos

O **Clorato de Polioctileno** (CPO) é um composto orgânico utilizado em alguns tipos de explosivos. Pode ser obtido a partir de um processo de síntese que envolve a reação de um composto orgânico com o cloro. A reação é mostrada a seguir:

$$\text{C}_8\text{H}_{18}\text{O}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_8\text{H}_{17}\text{ClO}_2 + \text{HCl}$$

onde $\text{C}_8\text{H}_{18}\text{O}_2$ é o composto orgânico e $\text{C}_8\text{H}_{17}\text{ClO}_2$ é o **Clorato de Polioctileno**.

Com base nas informações e na reação química, responda:

1. Qual a fórmula molecular do composto orgânico?
2. Qual a fórmula molecular do **Clorato de Polioctileno**?

Com base nas informações e na reação química, responda:

1. Qual a fórmula molecular do composto orgânico?
2. Qual a fórmula molecular do **Clorato de Polioctileno**?

Com base nas informações e na reação química, responda:

1. Qual a fórmula molecular do composto orgânico?
2. Qual a fórmula molecular do **Clorato de Polioctileno**?

[illegible]

» Com o intuito de ampliar os assuntos tratados em algumas unidades, a seção **Complemento** apresenta conceitos complementares aos trabalhados ao longo do capítulo, trazendo teorias e exercícios que possibilitam aprofundar seus conhecimentos em Química.

[illegible]

Sumário

Parte I – Geral

UNIDADE 1 – OS COMPOSTOS ORGÂNICOS.....9

Capítulo 1 – O carbono e os tipos de ligações covalentes.....17

Capítulo 2 – Compostos orgânicos.....46

UNIDADE 2 – FUNÇÕES ORGÂNICAS: HIDROCARBONETOS.....69

Capítulo 3 – Classificação dos hidrocarbonetos.....70

Capítulo 4 – Grupos orgânicos substituintes e radicais.....97

Capítulo 5 – Hidrocarbonetos ramificados.....110

Capítulo 6 – Fontes de hidrocarbonetos.....133

Capítulo 7 – Combustão.....150

UNIDADE 3 – OUTRAS FUNÇÕES ORGÂNICAS.....163

Capítulo 8 – Funções orgânicas oxigenadas.....164

Capítulo 9 – Funções orgânicas nitrogenadas.....215

Capítulo 10 – Funções orgânicas halogenadas, sulfonadas e organometálicas.....232

UNIDADE 4 – SINOPSE DAS FUNÇÕES ORGÂNICAS.....247

Capítulo 11 – Compostos de função mista.....248

Capítulo 12 – Propriedades físicas dos compostos orgânicos.....272

Parte II – Geral

UNIDADE 5 – ISOMERIA.....315

Capítulo 13 – Conceito de isomeria.....316

Capítulo 14 – Isomeria plana.....323

Capítulo 15 – Isomeria espacial.....333

UNIDADE 6 – REAÇÕES ORGÂNICAS DE HIDROCARBONETOS.....373

Capítulo 16 – Tipos de reações orgânicas.....374

Capítulo 17 – Reações de substituição.....388

Capítulo 18 – Reações de adição.....419

Capítulo 19 – Reações de oxidação.....439

UNIDADE 7 – REAÇÕES DE OUTRAS FUNÇÕES ORGÂNICAS.....457

Capítulo 20 – Álcoois.....458

Capítulo 21 – Aldeídos e cetonas.....486

Capítulo 22 – Ácidos carboxílicos.....503

Capítulo 23 – Ésteres.....531

Capítulo 24 – Aminas, aminoácidos e amidas.....577

UNIDADE 8 – POLÍMEROS.....599

Capítulo 25 – Polímeros sintéticos.....602

Capítulo 26 – Polímeros naturais.....646

Sumário – Parte I

UNIDADE 1 – OS COMPOSTOS ORGÂNICOS

Introdução – O que é Química orgânica?	10
Origens do Universo e da vida	10
Os primórdios da Química orgânica	12
Química orgânica hoje	14
Conexão – Cidadania	16

Capítulo 1 – O carbono e os tipos de ligações covalentes

Teoria estrutural de Kekulé	17
Evolução da fórmula estrutural do carbono	17
Evolução do modelo do carbono	19
Ligação covalente	20
Ligações sigma (σ)	23
Ligações pi (π)	26

Leia, analise e responda – Efeito estufa e o crescimento de plantas	31
Complemento – Hibridização	35

Capítulo 2 – Compostos orgânicos

Capacidade de formar cadeias	47
Classificações do carbono	49
Classificação das cadeias carbônicas	50
Leia, analise e responda – Peste bubônica	68

UNIDADE 2 – FUNÇÕES ORGÂNICAS: HIDROCARBONETOS

Capítulo 3 – Classificação dos hidrocarbonetos

Nomenclatura IUPAC	71
Hidrocarbonetos	73
Conexão – Saúde	76

Capítulo 4 – Grupos orgânicos substituintes e radicais

Cisão de ligações	97
Grupos orgânicos substituintes	97
Conexão – Saúde	106
Leia, analise e responda – Borracha de pneus velhos vira alfalto mais duradouro em rodovias [...]	108

Capítulo 5 – Hidrocarbonetos ramificados

Hidrocarbonetos alifáticos saturados	110
Hidrocarbonetos alifáticos insaturados	112
Conexão – Tecnologia	114
Hidrocarbonetos cíclicos	116
Conexão – Trabalho	121
Leia, analise e responda – O fumo	130

Capítulo 6 – Fontes de hidrocarbonetos

Petróleo	133
A formação das bacias petrolíferas	134
Xisto betuminoso	138

Capítulo 7 – Combustão

Combustão completa	151
Combustões incompletas	151
As combustões e o ΔH	152
Conexão – Tecnologia	154
Atividades práticas – Combustão I/ Combustão II	162

UNIDADE 3 – OUTRAS FUNÇÕES ORGÂNICAS

Capítulo 8 – Funções orgânicas oxigenadas

Álcoois	164
Conexão – Saúde	170

Atividades práticas – I. Enzimas da levedura/II. Preparando o etanol/III. Comparando combustões.....	176
Fenóis.....	178
Aldeídos.....	182
Cetonas.....	186
Conexão – Saúde	189
Ácidos carboxílicos.....	190
Ésteres orgânicos.....	197
Conexão – Indústria	198
Éteres.....	202
Capítulo 9 – Funções orgânicas nitrogenadas	215
Aminas.....	215
Amidas.....	219
Conexão – Medicina	221
Nitrilas.....	223
Nitrocompostos.....	225
Capítulo 10 – Funções orgânicas halogenadas, sulfonadas e organometálicos	232
Derivados halogenados.....	232
Ácidos sulfônicos.....	238

Organometálicos.....	239
Tiocompostos.....	241
Atividade prática – Investigando a presença de oxigênio	244
Leia, analise e responda – Anticoncepcionais e seus riscos.....	245

UNIDADE 4 – SINOPSE DAS FUNÇÕES ORGÂNICAS.....247

Capítulo 11 – Compostos de função mista	248
Nomenclatura de compostos de função mista.....	248
Reconhecimento de funções orgânicas em compostos de função mista.....	251

Capítulo 12 – Propriedades físicas dos compostos orgânicos	272
Temperatura de ebulição.....	272
Solubilidade.....	277
Conexão – Alimentação	299
Atividade prática – Polaridade e ligações intermoleculares.....	300
Gabarito da Parte I	301

Os compostos orgânicos

UNIDADE

1

As florestas tropicais, com suas árvores de grande porte e vegetação exuberante, abrigam dois terços de toda a biodiversidade do mundo.

Além de tudo o que se pode ver e ouvir, há muito mais a ser descoberto em uma floresta tropical. Em cada célula de cada planta, animal ou outro ser vivo, podemos encontrar átomos de carbono, e sem ele a vida em uma floresta, ou em qualquer lugar de nosso planeta, não seria possível.

Você se lembra do nome e da fórmula de uma substância que contenha carbono em sua composição?



Fabio Colomini/Acervo do fotógrafo

NESTA UNIDADE VAMOS ESTUDAR:

- Algumas hipóteses sobre a origem da vida.
- Características e propriedades do elemento carbono.
- Modelos de estruturas carbônicas, compostos orgânicos e maneiras de nomeá-los.

Trecho da Mata Atlântica localizado em Tapiraí (SP), 2015.

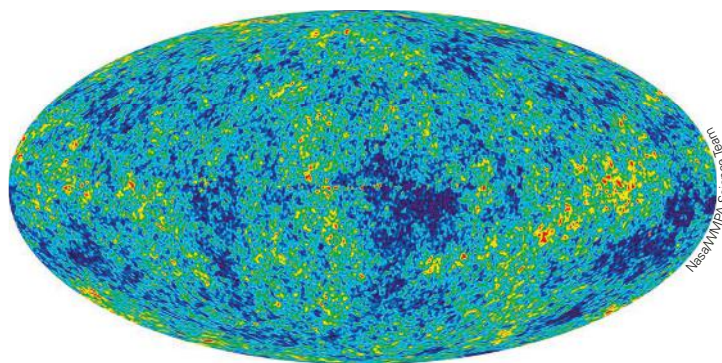
O que é Química orgânica?

Origens do Universo e da vida

Entre as várias teorias que buscam explicar a origem do Universo, uma das mais aceitas hoje pela comunidade científica é a que passou a ser conhecida como *big-bang*. Segundo essa teoria, o Universo teria se formado há cerca de 14 bilhões de anos, quando, a partir de um único ponto, teria se iniciado uma grande expansão, o *big-bang*, que originou toda a matéria e a energia, assim como o espaço e o tempo, como os concebemos hoje.

SAIBA MAIS

O nome *big-bang* ("grande explosão") foi usado de modo depreciativo, em uma entrevista, pelo astrônomo inglês Fred Hoyle (1915-2001), opositor da teoria, mas tornou-se seu nome "oficial". Na internet, visite esta página para assistir a duas simulações relacionadas ao *big-bang*: <<http://science.nasa.gov/astrophysics/focus-areas/what-powered-the-big-bang/>>. Acesso em: 10 abr. 2018.



Mapa do Universo obtido pelo satélite WMAP, da Nasa, e divulgado em 2010. A imagem mostra o Universo "bebê", com cerca de 375 mil anos. As regiões vermelhas são mais quentes, e as azuis, mais frias. Os dados coletados permitiram estimar a idade do Universo em 13,77 bilhões de anos. Em 2013, novos dados recuaram essa estimativa em cerca de 100 milhões de anos.

A princípio, a matéria era constituída de partículas fundamentais, interconversíveis, semelhantes entre si e associadas por um único tipo de força.

Embora existisse grande quantidade de radiação em razão da expansão, a temperatura começou a diminuir e surgiu a força gravitacional.

O contínuo resfriamento permitiu, gradualmente, a formação de prótons, nêutrons e outras partículas e, finalmente, a estruturação de átomos, que se aglomeraram e deram origem às nuvens de gás, à poeira cósmica e, posteriormente, às estrelas.

No interior das estrelas surgiram os outros elementos químicos, que, após a explosão delas, se aglomeraram e formaram diferentes corpos celestes: planetas, nebulosas, novas estrelas, entre outros; o que explica a formação do **Sistema Solar**.

O Sistema Solar originou-se há cerca de 4,5 bilhões de anos a partir de uma nebulosa formada pela acumulação de partículas atômicas que, por condensação, geraram um campo gravitacional e adquiriram rotação. Como a parte central girava com maior velocidade, a nebulosa fragmentou-se em vários núcleos concêntricos, dando origem aos atuais planetas que giram em torno de um núcleo maior: o **Sol**.

O astrônomo estadunidense Carl Sagan (1934-1996) fez uma declaração que mexeu com o público. Segundo ele, algumas partes do nosso ser mostram de onde viemos. Sagan dizia que “nós somos feitos de matéria estelar, a poeira das estrelas (*Stardust*)”. Com isso, ele resumiu o fato de que os átomos de carbono, nitrogênio e oxigênio em nosso corpo, assim como os átomos de todos os outros elementos pesados, foram criados em gerações anteriores de estrelas há mais de 4,5 bilhões de anos. Como todos os seres humanos e os outros animais – bem como a maioria da matéria na Terra – contêm esses elementos, sim, nós somos literalmente feitos de matéria estelar. Todo o carbono que contém matéria orgânica foi produzido originalmente nas estrelas.

Se você quiser saber mais, acesse o *site* <www.carlsagan.com>, em inglês com possibilidade de tradução. Acesso em: 10 abr. 2018.



John Duricka/AP Photo/Glow Images

O surgimento da vida

Inicialmente, os planetas, inclusive a Terra, apresentavam uma atmosfera primária, formada por átomos de hélio e moléculas de gás hidrogênio. Em virtude dos movimentos dos ventos solares, essa atmosfera foi dispersada. Assim, a Terra perdeu sua primeira atmosfera, mas, com os gases liberados do interior do planeta, formou-se, há apenas 1,5 bilhão de anos, uma nova atmosfera, composta provavelmente de vapor de água, metano (CH_4), amônia (NH_3) e gás hidrogênio (H_2).

Essa descrição da composição da atmosfera primitiva da Terra é a mais aceita pelos cientistas desde a década de 1950.

O Sol fornecia luz e calor, a chuva caía abundantemente, acompanhada de raios, e os materiais radioativos emitiam mais energia para a atmosfera.

Nesse ambiente caótico, muito energético, em uma atmosfera que dispunha de pouco ou nenhum gás oxigênio, ocorreram reações químicas complexas que permitiram o aparecimento das primeiras moléculas orgânicas (o termo **orgânico**, inicialmente, caracterizava as substâncias provenientes de organismos vivos e assim foi considerado até o início do século XIX).

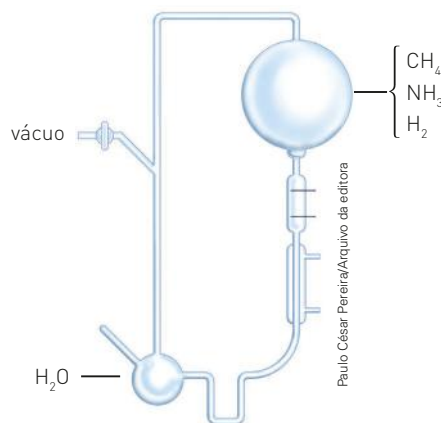
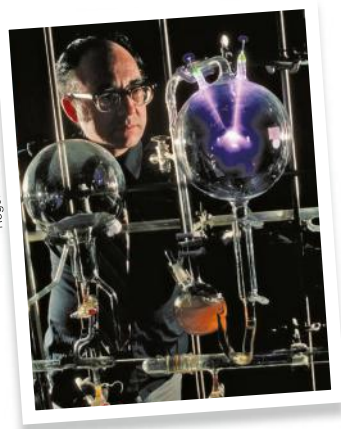
Na década de 1950, Stanley Lloyd Miller realizou experimentos, na Universidade de Chicago (Estados Unidos), simulando como seriam as condições da atmosfera terrestre há 1,5 bilhão de anos. Ele submeteu a mistura de gases atmosféricos (CH_4 , NH_3 , H_2) e vapor de água a descargas elétricas. Ao fim do experimento, Miller verificou a formação de aminoácidos, como a glicina e a alanina.

SPL/Latinstock



// Representação artística da atmosfera primitiva da Terra.

Roger Ressmeyer/Corbis/Latinstock



// Stanley Lloyd Miller (1930-2007), químico e biólogo estadunidense, ficou conhecido por seu trabalho sobre a origem da vida. Ao lado da fotografia, representação esquemática do equipamento utilizado por ele, publicada com seu trabalho original, em 1953.

A teoria de que a vida teria surgido de uma “sopa primordial” formada nos oceanos enfrenta questionamentos. Um deles refere-se ao tempo transcorrido entre a formação de aminoácidos e o surgimento da vida, considerado curto demais. Por isso, alguns estudiosos têm proposto outras teorias, como a da origem extraterrestre (panspermia) e a que envolve as fontes ou chaminés hidrotermais existentes no assoalho dos oceanos. Pesquise mais sobre isso e troque informações com os colegas.

Assim, a mistura desses e de outros compostos, levada pela chuva e pelos rios, teria chegado aos oceanos, que, lentamente, teriam sido enriquecidos com uma grande quantidade de material orgânico, tornando-se um reservatório de compostos que dariam origem à vida.

Os aminoácidos originaram as proteínas; o formaldeído produziu os açúcares, que, por sua vez, reagindo com as purinas e com as pirimidinas, deram origem às moléculas de DNA (ácido desoxirribonucleico), que contêm as informações genéticas. Essas moléculas orgânicas uniram-se formando as primeiras células vivas, a partir das quais surgiram todos os seres vivos que já existiram ou que ainda existem na Terra, inclusive o ser humano.

Os primórdios da Química orgânica

A primeira utilização de compostos orgânicos pelo ser humano ocorreu com a descoberta do fogo: quase tudo o que sofre combustão (queima) é um composto orgânico.

// A energia liberada na queima da madeira era aproveitada em fornos como o esquematizado na ilustração, usado na Mesopotâmia aproximadamente em 3500 a.C. com a finalidade de transformar peças de argila em cerâmica.



Ilustrações: João Anselmo/
Arquivo da editora

Há indícios de que o ser humano já utilizava as substâncias orgânicas e suas reações na Pré-História, como o álcool etílico, obtido a partir da reação de fermentação do suco de uva, dando origem ao vinho, e o vinagre, obtido quando esse vinho se oxida (azeda).

Além dessas substâncias, o álcool comum, os sabões e os corantes também são utilizados desde tempos muito antigos.



The Bridgeman Art Library/Fotoarena

// Em uma placa de argila similar à da imagem acima, de aproximadamente 2800 a.C., foram encontrados os primeiros registros de um material semelhante ao sabão atual, na região da antiga Babilônia, que corresponde ao atual Iraque.



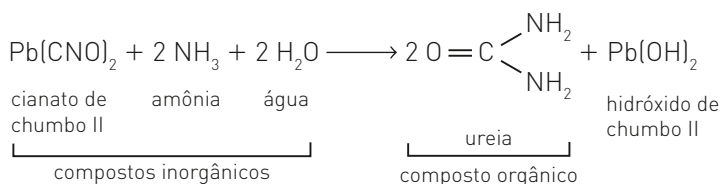
Interfoto/Latinstock

// De algumas espécies de múrice (moluscos que vivem em conchas, como a da imagem), os fenícios, que habitavam a região do Líbano atual entre os séculos X e V a.C., já extraíam a púrpura, um corante de cor vermelha intensa, utilizada na Antiguidade para tingir a roupa dos nobres.

No final do século XVIII e no começo do século XIX, os químicos começaram a se dedicar ao estudo das substâncias encontradas em organismos vivos. Durante muito tempo, tentaram purificar, isolar e identificar tais substâncias. O cientista alemão Carl Wilhelm Scheele (1742-1786) obteve resultado e conseguiu isolar e identificar as primeiras substâncias orgânicas, entre elas o ácido láctico, obtido do leite coalhado e responsável pelo seu azedamento.

Como todas as substâncias orgânicas conhecidas eram extraídas de animais e de vegetais, os químicos supunham que elas não poderiam ser produzidas (sintetizadas) em laboratório. Acreditava-se que somente os seres vivos fossem capazes de produzi-las, com o auxílio de uma “força vital”.

A **teoria da força vital** foi proposta pelo químico sueco Jöns Jacob Berzelius (1779-1848), que em 1807 usou pela primeira vez a expressão **Química orgânica** para descrever substâncias extraídas de organismos vivos. Durante algum tempo, a hipótese dessa teoria desencorajou os químicos a tentarem sintetizar compostos orgânicos em laboratório. Em 1828, o cientista alemão Friedrich Wöhler conseguiu preparar a ureia, um composto orgânico, a partir da reação entre compostos inorgânicos:



Com essa experiência, tornou-se evidente a possibilidade de se produzir compostos orgânicos em laboratório sem a participação direta de um organismo vivo. Esse fato determinou o início da queda da teoria da força vital e permitiu que muitos químicos se dedicassem à obtenção de novos compostos orgânicos.

Teoria da força vital

Os compostos elaborados pelas plantas e pelos animais só podem ser produzidos por organismos vivos.

Essa força criadora, extremamente imprecisa, se acha somente nos reinos animal e vegetal, mas nunca no mundo mineral. O homem [ser humano] nunca será capaz de reproduzir o poder dessa força vital.

Acreditava-se que dentro das células dos animais e dos vegetais ardesse uma chama perene, invisível, e que com sua participação uma misteriosa força vital elaborasse os açúcares, o amido, as gorduras, as proteínas e outras centenas de produtos complexos.

Essas ideias, que predominaram até 1828, foram passadas por Berzelius a Friedrich Wöhler, à época com apenas 20 anos.

Berzelius também havia insistido, em suas conversas com Wöhler, que um abismo intransponível separava os compostos inorgânicos dos orgânicos e que estes jamais poderiam ser produzidos pelo ser humano.

Após quatro anos de trabalho, Wöhler conseguiu obter alguns cristais, grandes, claros, em forma de agulha, os mesmos que podem ser obtidos a partir da urina: a ureia.

Wöhler escreveu uma carta a Berzelius relatando sua descoberta:

“Devo informá-lo que consegui preparar ureia sem a necessidade de um rim de animal, seja homem, seja cachorro. A ureia foi obtida a partir de uma substância inanimada em um grande balão de vidro, que nada tinha de vital”.

Fonte: SOLOMONS, T. W. Graham. *Organic Chemistry*. 9. ed. New York: John Wiley and Sons, 2007. Traduzido pelo autor.



Archives Charmet/The Bridgeman Art Library/keystone

/// Berzelius (1779-1848), retratado em 1843 por Olaf Johan Södermark (1790-1848). Ele criou o primeiro método efetivo de análise elementar para as substâncias orgânicas.



SP/Latinstock

/// Wöhler (1800-1882) foi um pioneiro da Química orgânica.

Mesmo antes da síntese da ureia, Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) já havia determinado, por meio de uma série de análises, que a maioria dos compostos orgânicos era constituída principalmente de carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio. O rápido desenvolvimento da Química orgânica ao longo do século XIX viria confirmar as previsões de Lavoisier a respeito da presença de carbono em todo composto orgânico. A partir da síntese da ureia, a obtenção de novos compostos orgânicos cresceu exponencialmente, e atualmente a Química orgânica é o ramo da Química mais estudado. Na tabela a seguir, pode-se ter uma ideia de quão rápido foi esse desenvolvimento:

Ano	1880	1910	1940	1960	1970	1980	2009
Nº de compostos orgânicos conhecidos	12 000	150 000	500 000	1 000 000	2 000 000	5 500 000	16 000 000

Para efeito comparativo, é interessante saber que o número de compostos inorgânicos conhecidos atualmente é **inferior a 200 000**.

Química orgânica hoje

Uma característica comum a todos os compostos orgânicos é a presença do carbono em sua composição. Porém, existem várias substâncias que cumprem essa condição e não são consideradas orgânicas. Algumas delas são:

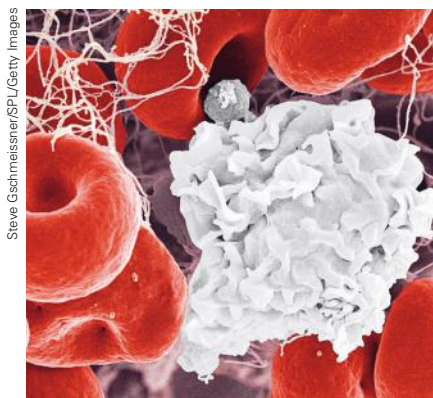
- C_{graf} : grafite;
- C_{diam} : diamante;
- CO: monóxido de carbono;
- CO_2 : dióxido de carbono;
- H_2CO_3 : ácido carbônico;
- HCN: gás cianídrico.

Essas e outras substâncias têm um comportamento e propriedades semelhantes às dos compostos considerados inorgânicos.

A partir dessa ideia central, tem-se a definição:

A Química orgânica é um ramo da Química que estuda os compostos (moléculas orgânicas) do elemento carbono com propriedades características.

// As membranas dos glóbulos vermelhos (hemácias) e dos glóbulos brancos (leucócitos) são formadas por lipídios e proteínas. (Imagem em cores fantasia.)



Os compostos orgânicos estão presentes em todos os seres vivos. Em nosso organismo, por exemplo, há mais de 60% em massa de compostos orgânicos, na forma de proteínas, lipídios e carboidratos.

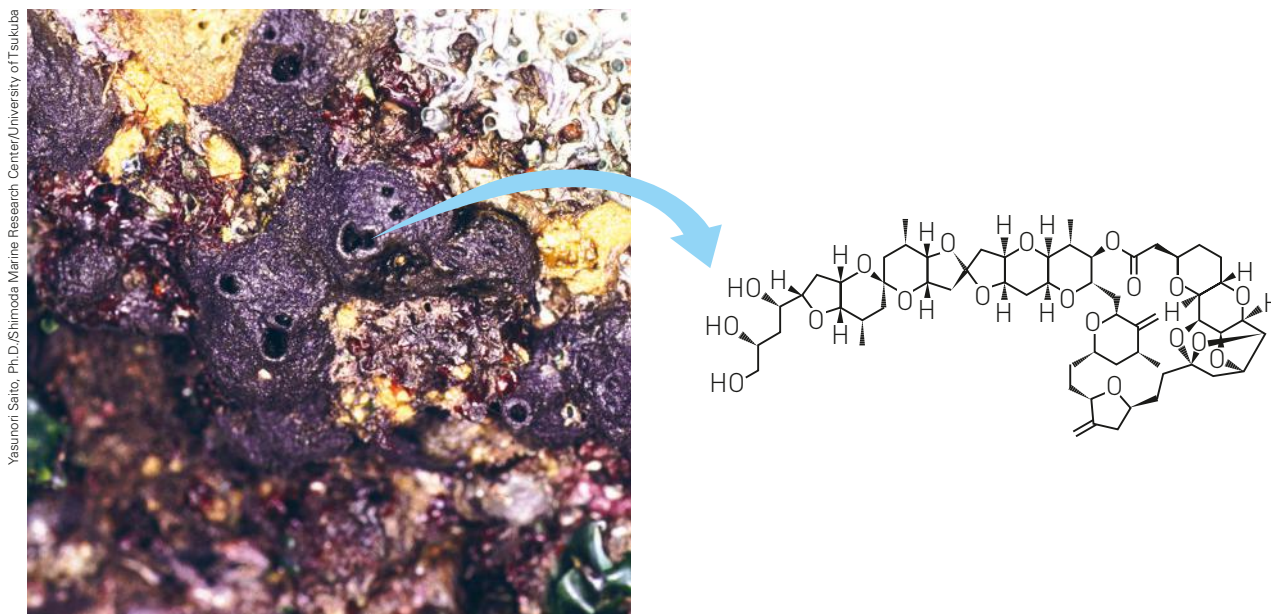
Os carboidratos, como o açúcar comum, a glicose e a celulose, são constituídos de carbono, hidrogênio e oxigênio.

Além dos compostos orgânicos naturais, presentes em todos os alimentos que ingerimos, o ser humano conseguiu sintetizar um grande número de novos compostos orgânicos, que se tornaram responsáveis por modificações em nossos hábitos de vida. Tais substâncias orgânicas estão presentes em materiais comuns no nosso cotidiano.

Na tabela abaixo vamos analisar alguns materiais e quais são as substâncias orgânicas presentes em cada um:

Materiais	Substâncias orgânicas	
	Naturais	Sintéticas
madeira	celulose	—
plástico	—	polietileno, <i>teflon</i> , fórmica
adoçante	sacarose, glicose	aspartame, sacarina
tecido	algodão, linho (celulose)	poliéster, náilon
analgésico	morfina	ácido acetilsalicílico

A madeira de nossos móveis, nossos alimentos, nossas roupas, os medicamentos que aliviam a dor e curam doenças, os plásticos e os combustíveis são alguns exemplos de substâncias orgânicas que hoje são indispensáveis para nossa vida.



Um dos ramos importantes da Química orgânica é a indústria farmacêutica. Um exemplo é a substância *Halichondrin B* (no destaque), usada no tratamento do câncer de mama até a década de 1980. Essa substância era extraída da esponja *Halichondria okadai* e, atualmente, é sintetizada em laboratório.

A Química orgânica não é só um conhecimento específico, indispensável para biólogos, médicos, farmacêuticos, dentistas, agrônomos ou geólogos. Hoje, o uso de termos da Química orgânica faz parte de nossa cultura, de nosso dia a dia. Ela é essencial para entendermos desde artigos de jornais até o funcionamento de nosso corpo, pois os compostos orgânicos compõem até mesmo as enzimas responsáveis pelas reações que fazem nosso organismo funcionar.

Mesmo que você nunca tenha estudado esse ramo da Química, já deve ter se deparado com expressões como: detergentes biodegradáveis, plásticos, antibióticos, gorduras hidrogenadas, óleos poli-insaturados, índices de octanas, tergal, náilon, DDT, CFC, polímeros e isopor.

Neste volume, você vai encontrar citações de alguns desses materiais com bastante frequência e poderá perceber que a Química orgânica é um dos ramos da Química que mais estão relacionados com o nosso cotidiano.

Gestão de resíduos orgânicos

Os resíduos orgânicos representam metade dos resíduos sólidos urbanos gerados no Brasil e podem ser tratados em várias escalas, desde a escala doméstica, passando pela escala comunitária, institucional (de um grande gerador de resíduos), municipal até a escala industrial, para a produção de fertilizante orgânico. [...]

O que são os resíduos orgânicos?

Os resíduos orgânicos são constituídos basicamente por restos de animais ou vegetais descartados de atividades humanas. Podem ter diversas origens, como doméstica ou urbana (restos de alimentos e podas), agrícola ou industrial (resíduos de agroindústria alimentícia, indústria madeireira, frigoríficos...), de saneamento básico (lodos de estações de tratamento de esgotos), entre outras.

São materiais que, em ambientes naturais equilibrados, se degradam espontaneamente e reciclam os nutrientes nos processos da natureza. Mas quando derivados de atividades humanas, especialmente em ambientes urbanos, podem se constituir em um sério problema ambiental, pelo grande volume gerado e pelos locais inadequados em que são armazenados ou dispostos. A disposição inadequada de resíduos orgânicos gera chorume, emissão de metano na atmosfera e favorece a proliferação de vetores de doenças. Assim, faz-se necessária a adoção de métodos adequados de gestão e tratamento destes grandes volumes de resíduos, para que a matéria orgânica presente seja estabilizada e possa cumprir seu papel natural de fertilizar os solos.

O que fazer com os resíduos orgânicos?

[...] Quando separados na fonte (ou seja, quando os resíduos orgânicos não são misturados com outros tipos de resíduos) a reciclagem dos resíduos orgânicos e sua transformação em adubo ou fertilizante orgânico pode ser feita em várias escalas e modelos tecnológicos. Pequenas quantidades de resíduos orgânicos podem ser tratadas de forma doméstica [...] ou comunitária, enquanto grandes quantidades podem ser tratadas em plantas industriais. Os processos mais comuns de reciclagem de resíduos orgânicos são a compostagem (degradação dos resíduos com presença de oxigênio) e a biodigestão (degradação dos resíduos com ausência de oxigênio).

Fonte: <www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/gest%C3%A3o-de-res%C3%ADuos-org%C3%A2nicos#legislacao>.
Acesso em: 8 ago. 2018.

Reflita

Pesquise os processos de biodigestão e compostagem, indicando as vantagens, as desvantagens e as indicações de cada método.

O carbono e os tipos de ligações covalentes

Teoria estrutural de Kekulé

No início do século XIX, o problema que se apresentava aos químicos não era determinar a composição das substâncias orgânicas, mas sim descobrir como os átomos se uniam para dar origem às moléculas.

Nessa época, os químicos já conheciam substâncias diferentes com a mesma composição (mesma fórmula molecular), mas que apresentavam propriedades, como temperatura de fusão, temperatura de ebulição e solubilidade, diferentes. Portanto, essas substâncias deveriam ser constituídas de moléculas, que apresentavam os mesmos átomos, mas unidos de diferentes maneiras.

Como seriam esses arranjos?

A resposta a essa pergunta foi dada em 1858, quando Friedrich August Kekulé (1829-1896), químico alemão, introduziu o conceito de **valência**, segundo o qual átomos de elementos diferentes deveriam ter “potência combinatória” também diferente, isto é, valências distintas (valência, do latim *valens* = força).

Kekulé estudou particularmente o carbono e descobriu que esse elemento apresenta uma “potência quádrupla de combinação”, ou seja, é tetravalente. Além disso, concluiu que os átomos de carbono têm a propriedade de unir-se entre si e com átomos de outros elementos, formando longas estruturas – característica dos compostos orgânicos –, chamadas **cadeias carbônicas**. Denominou esse fenômeno **propriedade do encadeamento**.

Com esses conceitos, Kekulé forneceu subsídios para que outros químicos pudessem determinar a estrutura do carbono e entender melhor as reações que envolvem compostos orgânicos.

Essa teoria estrutural pode ser resumida nos três postulados de Kekulé:

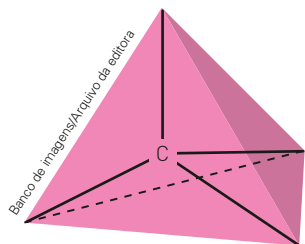
- O carbono é tetravalente.
- As quatro valências do carbono são equivalentes e coplanares.
- Os átomos de carbono podem ligar-se entre si, originando cadeias.

Evolução da fórmula estrutural do carbono

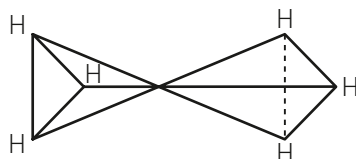
Com o rápido desenvolvimento da Química orgânica e a consequente obtenção de novas substâncias, verificou-se que a estrutura plana para o carbono, proposta por Kekulé, não satisfazia algumas propriedades verificadas nessas novas substâncias.

Em 1874, Jacobus Henricus Van't Hoff e Joseph A. Le Bel criaram um modelo espacial para o carbono. Nesse modelo, os átomos de carbono são representados por tetraedros regulares, sendo o carbono o centro do tetraedro e suas quatro valências correspondem a seus quatro vértices.

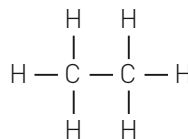
Com esse modelo, os diferentes tipos de ligação que ocorrem entre átomos de carbono foram representados da seguinte maneira:



- **Ligação simples:** os tetraedros estão ligados por **um** vértice.



fórmula espacial

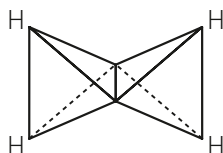


fórmula estrutural

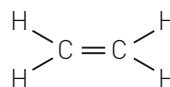


fórmula molecular

- **Ligação dupla:** os tetraedros estão unidos por **dois** vértices (uma aresta).



fórmula espacial

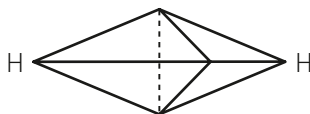


fórmula estrutural

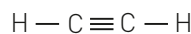


fórmula molecular

- **Ligação tripla:** os tetraedros estão unidos por **três** vértices (uma face).



fórmula espacial



fórmula estrutural



fórmula molecular

Estrutura do carbono ou “A dificuldade de aceitação de novas ideias”

Em setembro de 1874, o químico holandês Jacobus Henricus Van't Hoff, então com apenas 22 anos de idade, publicou um trabalho propondo que o arranjo dos átomos em volta do carbono era tetraédrico.

A princípio, sua ideia foi considerada absurda e recebeu críticas amargas e irônicas de vários cientistas eminentes da época, entre eles o famoso químico alemão Adolph Wilhelm Hermann Kolbe (1818-1884), que escreveu um artigo do qual destacamos o trecho a seguir, mostrando aversão às ideias de Van't Hoff:

Há não muito tempo, expressei o ponto de vista de que a falta de cultura geral e de um treinamento completo em Química era uma das causas da deterioração da pesquisa química na Alemanha [...]. Aqueles que acharam que minhas preocupações eram exageradas, por favor, leiam, se conseguirem, um artigo recente do Dr. Van't Hoff, “O arranjo dos átomos no espaço”: um documento abarrotado com manifestações de uma fantasia infantil [...]. Este Dr. J. H. Van't Hoff, empregado pela Escola de Veterinária de Utrecht, não tem, pelo menos parece, aptidão para pesquisas químicas exatas. Ele acha mais fácil galopar seu Pégaso* (evidentemente apanhado dos estábulos da Escola de Veterinária) e anunciar, no seu voo audacioso para o monte Parnaso, como ele vê os átomos dispostos no espaço.

Em dezembro do mesmo ano da publicação do trabalho de Van't Hoff, o químico francês Joseph A. Le Bel apresentou um trabalho com as mesmas propostas. Apesar das críticas iniciais, em pouco tempo os trabalhos de outros cientistas produziram evidências que comprovavam as propostas de Le Bel e Van't Hoff.

As ideias dos dois químicos constituíram o marco inicial de um novo campo de estudos: as estruturas tridimensionais das moléculas, ou seja, a geometria molecular.

*Pégaso: cavalo alado citado na mitologia grega.



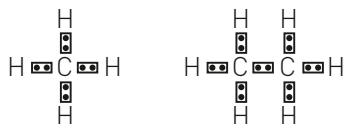
Rue des Archives/Latinstock

/// Jacobus Henricus Van't Hoff (1852-1911), cientista holandês, foi o primeiro a receber o prêmio Nobel de Química em 1901. Ele desenvolveu a ideia do carbono tetraédrico, a teoria das soluções, a cinética química e o estudo dos isômeros espaciais.

Evolução do modelo do carbono

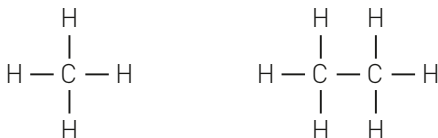
As propostas para o carbono estudadas até agora foram criadas para um modelo que apresentava o átomo como maciço e indivisível. A evolução desse modelo atômico proposta por Rutherford-Böhr – que considerava o átomo descontínuo, isto é, com núcleo e eletrosfera – possibilitou o surgimento de novos modelos para explicar as ligações que envolvem o átomo carbono.

Em 1916, Lewis propôs que os átomos se ligavam por meio dos pares eletrônicos da camada de valência. A representação dessas ligações por pares eletrônicos foi denominada **fórmula eletrônica de Lewis**:



O tipo de ligação em que os átomos se unem por meio de pares eletrônicos é conhecido por **ligação covalente**.

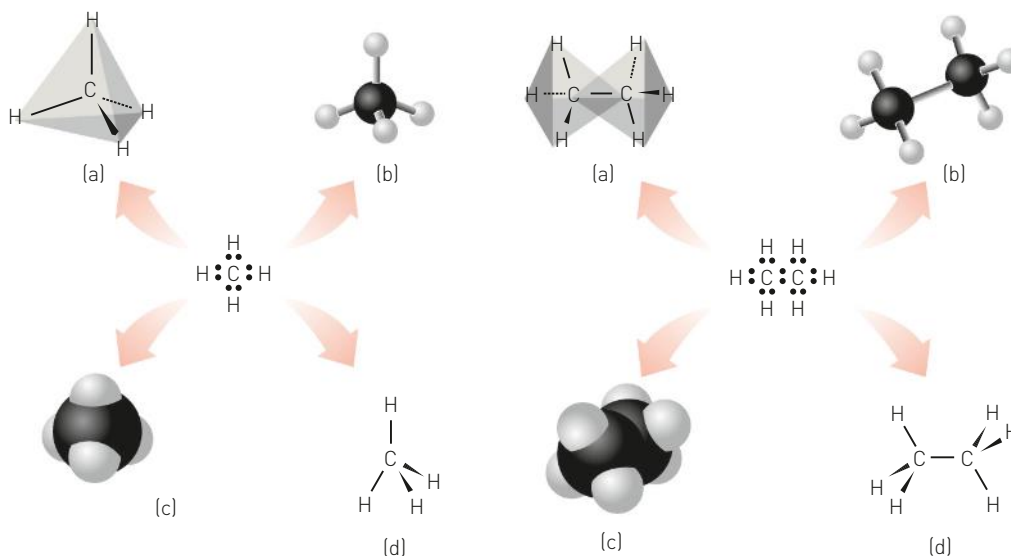
A partir das fórmulas eletrônicas, podemos escrever suas estruturas planas:



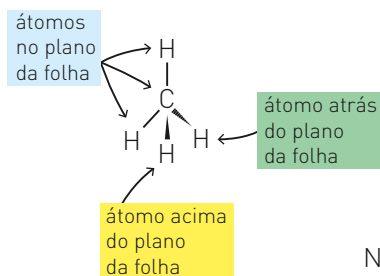
Em razão do fato de as moléculas orgânicas serem tridimensionais, utilizam-se modelos que mostrem sua estrutura e sua geometria.

As representações tridimensionais mais utilizadas são mostradas a seguir e estão indicadas pelas letras:

- modelo tetraédrico de Van't Hoff;
- modelo conhecido por “pau e bola”, no qual os átomos são representados por esferas em cores fantasia e as ligações por varetas;
- modelo conhecido por “preenchimento espacial”, no qual esferas em cores fantasia representam os átomos e sua disposição espacial;



Ilustrações: Banco de imagens/Arquivo da editora



d) modelo conhecido por “cunha e traço”, no qual os traços indicam ligações, da seguinte maneira:

- ligações entre átomos no mesmo plano, no caso, o da folha;
- ▶ a ponta indica um átomo no plano da folha, e a parte mais larga, um átomo acima do plano da folha;
- ◀ a parte mais larga indica um átomo no plano da folha, e a ponta, um átomo atrás do plano da folha.

Nos modelos que utilizaremos neste volume, os átomos são representados em cores fantasia.

Para facilitar a compreensão desses modelos, vamos padronizar as cores e os tamanhos relativos:



Ilustrações: Banco de imagens/Arquivo da editora

Ligação covalente

A ligação covalente ocorre entre átomos que têm a tendência de receber elétrons para atingir a estabilidade eletrônica, que na maioria das vezes é alcançada quando o átomo fica com oito elétrons em sua camada de valência (regra do octeto). Os átomos com apenas uma camada eletrônica (K), no entanto, atingem a estabilidade com dois elétrons.

Esse tipo de ligação é caracterizado pela formação de pares eletrônicos entre os átomos participantes.

Esquemáticamente, a ligação covalente entre dois átomos genéricos A e B pode ser representada como mostrado na tabela da esquerda. Veja alguns exemplos na tabela da direita.

	Átomos	
	A	B
Tendência	receber elétrons	receber elétrons
Classificação	hidrogênio ametais ametais	hidrogênio ametais hidrogênio
Par de elétrons		

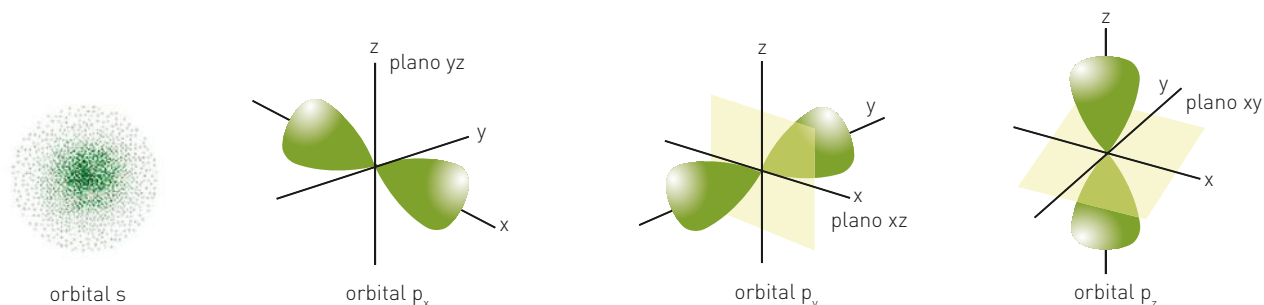
Fórmula molecular	Fórmula eletrônica	Fórmula estrutural
H ₂	H : H	H — H
HF	H : F :	H — F
F ₂	: F : F :	F — F
H ₂ O		
O ₂	: O : O :	O = O
N ₂	: N : N :	N ≡ N
CH ₄		
CH ₂ O		
HCN		

A ligação covalente hoje

Atualmente, considera-se a existência de regiões na eletrosfera dos átomos nas quais a probabilidade de se encontrar um elétron é máxima. Essas regiões são denominadas **orbitais**, e é por meio de suas interpenetrações que as ligações covalentes são explicadas.

A cada tipo de subnível corresponde um tipo de orbital, ou seja, uma nuvem eletrônica, uma região do espaço com um formato característico e com uma orientação determinada. Assim, os orbitais existentes no subnível s são diferentes dos que constituem o subnível p.

Os orbitais do tipo s apresentam uma forma esférica, e os do tipo p têm a forma de um duplo ovoide e três orientações espaciais possíveis.

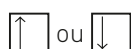


Ilustrações: Banco de imagens/Arquivo de editora

Graficamente, cada orbital é representado por $\square$ ou $\bigcirc$. Assim, para os subníveis s e p, temos:

Subnível	Quantidade de orbitais	Representação	
		espacial	gráfica
s	1		$\square$
p	3		$p_x \quad p_y \quad p_z$

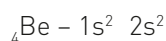
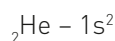
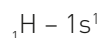
Os elétrons que preencherão os orbitais geralmente são representados por setas, $\uparrow$ ou $\downarrow$, cujo sentido indica o movimento de rotação do elétron, denominado **spin**. Esse modo de representar tem finalidades didáticas. Em uma amostra de um elemento químico, existe a mesma probabilidade de o primeiro elétron no orbital apresentar rotação no sentido horário ou anti-horário. Assim, para o primeiro elétron do orbital estão corretas ambas as formas:



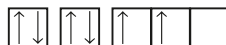
A distribuição eletrônica em orbitais segue duas regras:

- **Princípio da exclusão de Pauli:** em um orbital, qualquer que seja, cabem no máximo dois elétrons com *spins* opostos, isto é, com movimentos de rotação contrários.
- **Regra de Hund** ou **regra da máxima multiplicidade:** o preenchimento dos orbitais de um mesmo subnível deve ser feito de modo que se obtenha o maior número possível de elétrons isolados, ou seja, desemparelhados.

Veja alguns exemplos de distribuição eletrônica envolvendo orbitais:



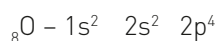
Temos 1 elétron desemparelhado nos orbitais p.



De acordo com a regra de Hund, temos 2 elétrons desemparelhados nos orbitais p.



Temos 3 elétrons desemparelhados nos orbitais p.



Temos 1 orbital p completo (2 elétrons emparelhados) e 2 orbitais incompletos (2 elétrons desemparelhados).



Temos 2 orbitais p completos e 1 orbital incompleto (1 elétron desemparelhado).

Outro modelo, proposto por Linus Pauling, por volta de 1960, permite-nos ter uma ideia de como a ligação covalente acontece por meio de orbitais atômicos.

De acordo com Pauling, a formação dos pares eletrônicos, característicos da ligação covalente, corresponde a uma interpenetração de orbitais atômicos incompletos, ou seja, que possuem só um elétron; porém, esses elétrons devem apresentar *spins* opostos. Dessa interpenetração resulta um novo orbital, denominado orbital molecular, que contém um par eletrônico. Dessa maneira, cada orbital incompleto de um átomo corresponde à possibilidade de uma ligação covalente.

Se um átomo, no seu estado fundamental, apresentar x orbitais incompletos, ele poderá efetuar x ligações covalentes.

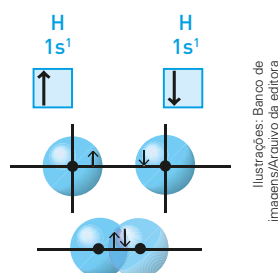
A fim de comparar as duas explicações para as ligações covalentes – a de Lewis e a de Pauling – e entender melhor o modelo de Pauling, estudaremos inicialmente a mais simples das moléculas: a do gás hidrogênio (H_2), formada pela união de dois átomos de hidrogênio.

Modelo de Pauling com os orbitais

A distribuição eletrônica do átomo de H ($Z = 1$) é dada por:

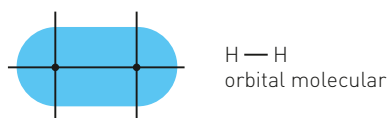


Como cada átomo de hidrogênio apresenta um orbital incompleto, ele poderá fazer somente uma ligação para originar a molécula H_2 :



Essa representação, que indica apenas a interpenetração parcial dos orbitais, é a maneira mais simples de mostrar graficamente a ligação.

Na verdade, os orbitais atômicos deformam-se, dando origem ao **orbital molecular**, que contém os dois elétrons com *spins* contrários e envolve os dois átomos participantes das ligações.

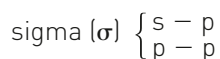


Pelas ilustrações, pode-se perceber que a interpenetração dos orbitais ocorreu ao longo do mesmo eixo: é a chamada **ligação sigma** (σ). O orbital molecular, nesse caso, é denominado **orbital molecular sigma** e, como a ligação ocorreu por meio de dois orbitais do tipo s, ela é denominada **ligação sigma do tipo s + s** ou, simplesmente, σ_{s+s} ou, ainda, σ_{s-s} .

Ligações sigma (σ)

De acordo com a regra do octeto, as ligações ocorrem para que os átomos possam atingir a estabilidade eletrônica, geralmente ficando com oito elétrons na camada de valência. Por isso, os orbitais participantes são do tipo s e do tipo p.

No exemplo dado (H_2), a ligação sigma ocorreu entre orbitais do tipo s de ambos os átomos, porém existem outras possibilidades, como:

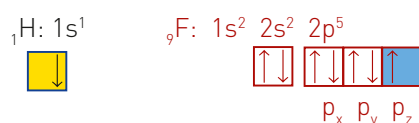


Ligação σ_{s-p}

Essa ligação ocorre entre um átomo que apresenta um orbital s incompleto e outro que apresenta pelo menos um orbital p incompleto (semipreenchido).

Veja, como exemplo, a molécula do fluoreto de hidrogênio (HF).

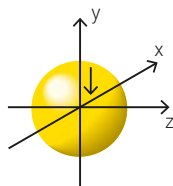
- Distribuição eletrônica dos átomos:



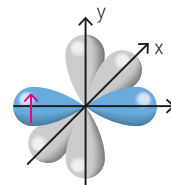
Neste curso, o único átomo que faz ligação covalente com o orbital s é o hidrogênio (H). Sempre que o H participar de uma ligação covalente, ele o fará utilizando o orbital s.

A primeira ligação entre dois átomos ocorre com orbitais contidos ao longo do mesmo eixo e será sempre denominada ligação sigma (σ). Assim, toda ligação simples será obrigatoriamente do tipo σ , independentemente de quais sejam os átomos e os tipos de orbitais envolvidos.

- Representação dos orbitais:



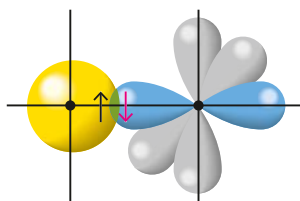
orbital atômico



orbital atômico

Ilustrações: Banco de imagens/Arquivo da editora

- Formação da ligação:

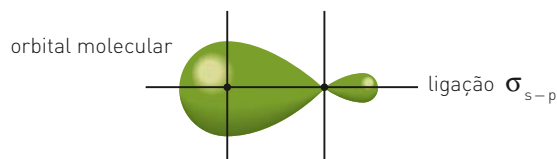


ou



Representação somente dos orbitais que participam da ligação.

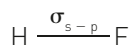
- Formação do orbital molecular:



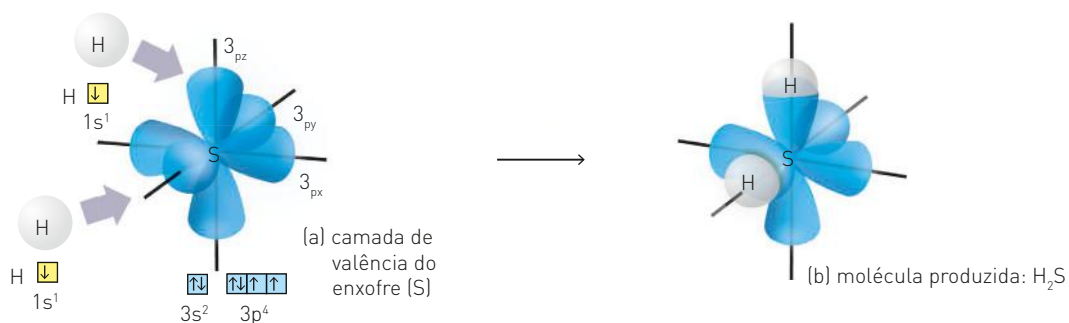
Quando representamos a fórmula eletrônica do HF:



o par eletrônico compartilhado é constituído pelos elétrons desemparelhados dos átomos de hidrogênio e flúor. Assim, a fórmula estrutural do HF, indicando o tipo de ligação, pode ser representada por:



Veja outro exemplo de formação de ligações σ_{s-p} .



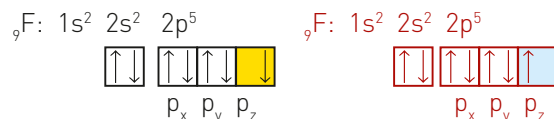
Para o enxofre, são mostrados somente os orbitais p que participam da ligação (a). Os dois orbitais s, um de cada átomo de hidrogênio, se interpenetram com os orbitais $3p_y$ e $3p_z$ incompletos do enxofre, produzindo uma molécula H_2S com duas ligações σ_{s-p} (b).

Ligação σ_{p-p}

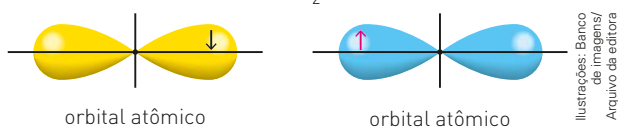
Essa ligação ocorre entre átomos que apresentam pelo menos um orbital p incompleto.

Veja, como exemplo, a molécula do gás flúor (F_2).

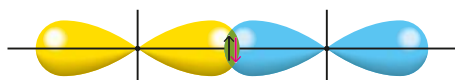
- Distribuição eletrônica dos átomos:



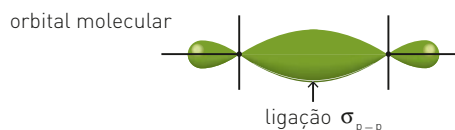
- Para facilitar a visualização da ligação que vai ocorrer entre os orbitais incompletos de ambos os átomos de flúor, vamos representar somente os orbitais que participam da ligação (p_z):



- Formação da ligação:

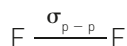


- Formação do orbital molecular:



Assim, a representação da fórmula eletrônica da molécula de F_2 é: $:\ddot{F}:\ddot{F}:$

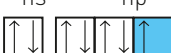
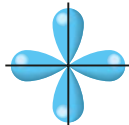
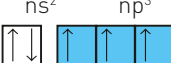
O par eletrônico compartilhado é constituído pelos elétrons desemparelhados dos átomos de flúor. A fórmula estrutural do F_2 , indicando o tipo de ligação, pode ser representada por:



Generalização

Conhecendo a camada de valência ou a família a qual pertence o elemento químico, podemos prever a quantidade e o tipo de ligações covalentes.

O quadro a seguir mostra como pode ser feita essa relação:

Família	Elementos	Camada de valência	Número de orbitais incompletos	Orbitais atômicos ligantes	Número de ligações
—	H	$1s^1$ 	1		1
17 (halogênios)	F, Cl, Br, I	$ns^2 np^5$ 	1		1
16 (calcogênios)	O, S, Se, Te	$ns^2 np^4$ 	2		2
15 (nitrogênio)	N, P, As	$ns^2 np^3$ 	3		3

Ilustrações: Banco de imagens/Arquivo da editora

A partir do quadro abaixo podem-se prever os tipos de ligações existentes em moléculas formadas por esses elementos.

Elementos participantes	Representação dos orbitais moleculares	Fórmula estrutural	Tipos de ligações
H e H		H—H	σ_{s-s}
H e Cl		H—Cl	σ_{s-p}
H e O		$\begin{array}{c} \text{H} - \text{O} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$1 = 2$ σ_{s-p}
H e N		$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{N} \quad \text{H} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \end{array}$	$1 = 2 = 3$ σ_{s-p}
O e F		$\begin{array}{c} \text{O} - \text{F} \\ \\ \text{F} \end{array}$	$1 = 2$ σ_{p-p}

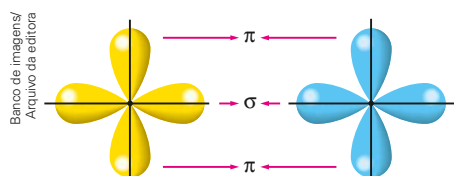
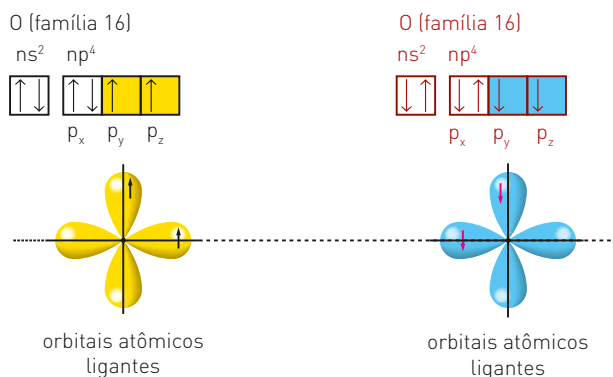
Ilustrações: Banco de imagens/Arquivo da editora

Em todos os exemplos mencionados, a interpenetração de orbitais ocorreu ao longo de um mesmo eixo, o que caracteriza a ligação do tipo σ .

Ligações pi (π)

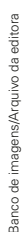
Nas moléculas que apresentam duplas ou triplas ligações entre dois átomos, além da ligação σ , há outro tipo de ligação proveniente da interpenetração de orbitais p incompletos contidos em eixos paralelos. Essa ligação é denominada **ligação pi (π)**.

O exemplo mais simples para que possamos entender essa nova ligação é a molécula do gás oxigênio (O_2).



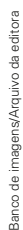
Quando esses orbitais se aproximam para efetuar as ligações, a primeira interpenetração ocorre entre orbitais contidos em um mesmo eixo, originando uma ligação σ . A seguir, ocorrerá a interpenetração, lateralmente, de orbitais contidos em eixos paralelos, originando a ligação π .

A superposição de orbitais ao longo de um mesmo eixo é mais intensa, o que dá origem a uma ligação mais forte e, portanto, a ruptura da ligação σ exige uma energia maior. Como a ligação π é formada por orbitais contidos em eixos paralelos, a interpenetração é menos intensa, o que acarreta uma ligação mais fraca.



fórmula eletrônica $\Rightarrow$ 

Outro exemplo da ocorrência de ligação π é a molécula do gás nitrogênio (N_2).


$$\text{fórmula estrutural} \Rightarrow N \equiv N \Rightarrow \begin{cases} 1\sigma_{p-p} \\ 2\pi_{p-p} \end{cases}$$

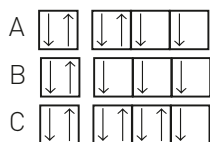
$A-B$ ligação simples	$A=B$ ligação dupla	$A\equiv B$ ligação tripla
1 ligação σ	1 ligação σ 1 ligação π	1 ligação σ 2 ligações π

Exercício resolvido

$$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{Cl} \\ | \\ \text{Cl} \end{array}$$
$$\begin{array}{ccccccc} \text{H} & - & \text{C} & = & \text{C} & - & \text{O} & - & \text{C} & = & \text{C} & - & \text{H} \\ & & | & & | & & & & | & & | & & \\ & & \text{H} & & \text{H} & & & & \text{H} & & \text{H} & & \end{array}$$
$$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{Cl} \\ | \\ \text{Cl} \end{array} \quad \left\{ \begin{array}{l} 4 \sigma \\ \text{zero } \pi \end{array} \right.$$
$$\text{H}-\overset{\sigma}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\overset{\sigma}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{O}-\overset{\sigma}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\overset{\sigma}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{H} \left\{ \begin{matrix} 10\sigma \\ 2\pi \end{matrix} \right.$$

Fundamentando seus conhecimentos

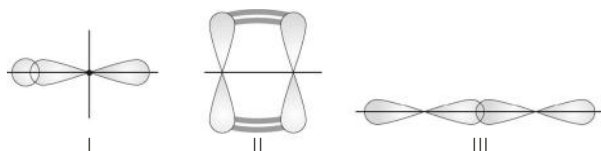
Estão representadas abaixo as camadas de valência de três elementos: A, B e C.



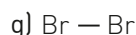
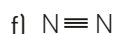
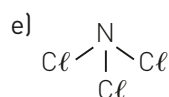
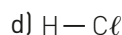
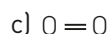
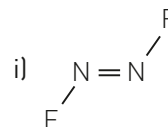
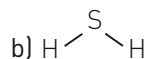
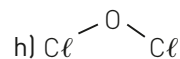
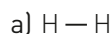
Com base nessa informação, responda às questões 1 e 2.

- Indique o número de elétrons desemparelhados de cada elemento.
- Indique o número de ligações covalentes efetuadas pelos elementos A, B e C.
- Observe as ilustrações e indique o tipo de ligação sigma (σ) ou pi (π) representada.

Ilustrações: Banco de imagens/Arquivo da editora

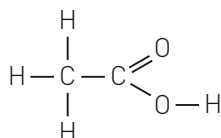


- Indique os tipos de ligações covalentes sigma ou pi presentes em cada fórmula estrutural a seguir:

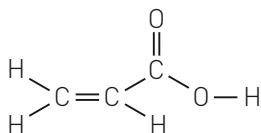


Desenvolvendo seus conhecimentos

- Indique o número de ligações σ e π existentes na molécula do componente do vinagre, cuja fórmula estrutural pode ser representada por:

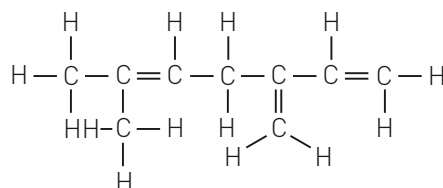


- (UFF-RJ) As ligações químicas nos compostos orgânicos podem ser do tipo σ ou π . A ligação σ é formada pela interação de dois orbitais atômicos segundo o eixo que une os dois átomos, ao passo que, na ligação π , a interação dos orbitais atômicos se faz segundo o plano que contém o eixo da ligação. Na estrutura representada ao lado, tem-se:



- 2 ligações σ e 6 ligações π .
- 2 ligações σ e 8 ligações π .
- 4 ligações σ e 4 ligações π .
- 6 ligações σ e 2 ligações π .
- 8 ligações σ e 2 ligações π .

- (Uerj) O gosto amargo da cerveja é devido à seguinte substância de fórmula estrutural plana:

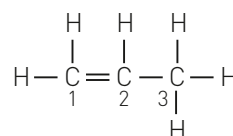


Essa substância, denominada mirceno, provém das folhas de lúpulo adicionadas durante a fabricação da bebida.

O número de ligações pi presentes na estrutura do mirceno é igual a:

- 3.
- 5.
- 15.
- 8.

- (ITA-SP) Em relação à molécula esquematizada abaixo, são feitas as seguintes afirmações:

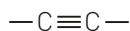


- I. Entre os átomos de carbono 1 e 2 existe uma ligação sigma.
- II. Entre os átomos de carbono 1 e 2 existe uma ligação pi.
- III. Entre os átomos de carbono 1 e 2 existem duas ligações sigma.
- IV. Entre os átomos de carbono 1 e 2 existem duas ligações pi.
- V. Todas as ligações entre os átomos de carbono e hidrogênio são ligações sigma.

Dentre as afirmações feitas, estão corretas apenas:

- a) I e II.
- b) I e III.
- x c) I, II e V.**
- d) I, III e V.
- e) II, IV e V.

5. (UFMS) Uma ligação tripla entre dois átomos de carbono, como abaixo, é formada por:



01) três ligações sigma (σ).

02) três ligações pi (π).

04) duas ligações σ e uma ligação π .

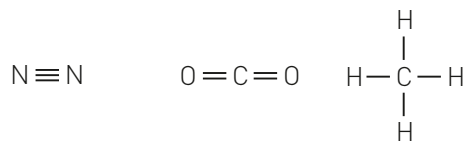
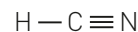
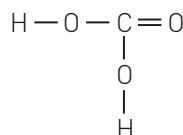
x 08) duas ligações π e uma ligação σ .

16) duas ligações σ e três ligações π .

32) duas ligações π e três ligações σ .

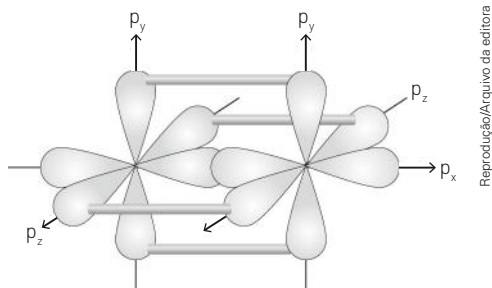
Dê como resposta a soma das proposições corretas.

6. (UFSC) Observe as estruturas abaixo e some um (1) ponto para cada ligação sigma e três (3) pontos para cada ligação π encontrada. Indique a soma final.

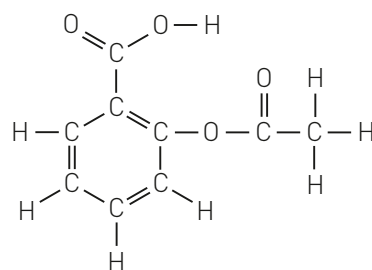


Desafiando seus conhecimentos

1. (Uece) Para ocorrer ligação covalente, é necessário que haja interpenetração frontal (linear) de orbitais e também, em muitos casos, interação lateral de orbitais dos dois átomos que se ligam. A figura ilustra, em termos de orbitais, a formação da molécula de:

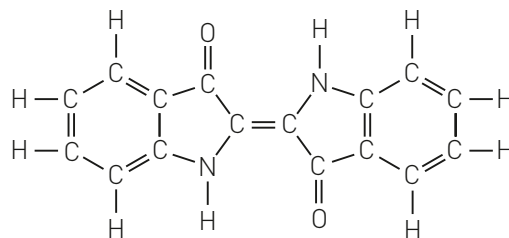


- a) H_2S .
 - b) O_2 .
 - c) NO .
 - x d) N_2 .**
2. Um dos mais conhecidos analgésicos é o ácido acetilsalicílico (AAS). Sua fórmula estrutural pode ser representada por:



Indique o número de ligações sigma e pi presentes em uma molécula do AAS.

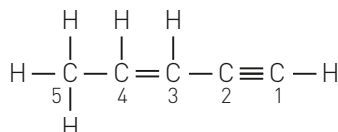
3. (Uerj) O tingimento na cor azul de tecidos de algodão com o corante índigo, feito com o produto natural ou com o obtido sinteticamente, foi o responsável pelo sucesso do *jeans* em vários países. Observe, a seguir, a estrutura desse corante:



Nessa substância, encontramos um número de ligações pi (π) correspondente a:

- a) 3
- b) 6
- ☒ c) 9
- d) 12

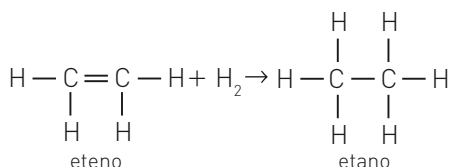
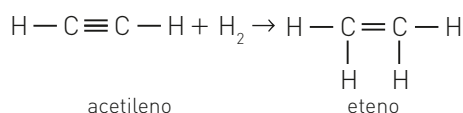
4. (UFV-MG) Considere a fórmula estrutural a seguir:



São feitas as seguintes afirmativas:

- I. O átomo de carbono 5 forma 4 ligações σ (sigma).
 - II. O átomo de carbono 3 forma 3 ligações σ (sigma) e 1 ligação π (pi).
 - III. O átomo de carbono 2 forma 3 ligações π (pi) e 1 ligação σ (sigma).
 - IV. O total de ligações π (pi) na estrutura é igual a 3.
- Assinale a alternativa correta.
- a) Apenas as afirmativas I e IV são corretas.
 - b) Apenas as afirmativas II e III são corretas.
 - ☒ c) Apenas as afirmativas I, II e IV são corretas.
 - d) Todas as afirmativas são corretas.
 - e) Apenas as afirmativas I e II são corretas.

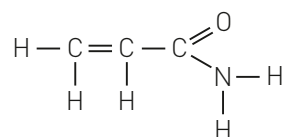
5. Considere as reações



e responda:

- a) Qual é o número de ligações σ e de ligações π existentes no acetileno, no eteno e no etano?
 - b) Quando o acetileno se transformou no eteno, qual ligação foi rompida e quais foram formadas?
6. Um estudo recente associou o consumo de batatas fritas a um maior risco de adquirir câncer.

O risco se deve à presença de acrilamida, cuja estrutura pode ser representada por:



Indique o número de ligações sigma e pi presentes em uma molécula de acrilamida.

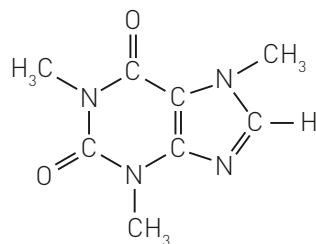
7. (Cesgranrio-RJ) Considere os compostos I, II, III, IV e V, representados abaixo pelas fórmulas respectivas.

- I. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$
- II. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$
- III. CH_3COH
- IV. CH_3CH_3
- V. CH_2CHCH_3

Assinale a opção que indica *somente* compostos que possuem ligação π .

- a) I e V
- b) I, II e V
- c) I, IV e V
- ☒ d) II, III e V
- e) III e IV

8. (UFSM-RS) Herança das comunidades indígenas do Rio Grande do Sul, o chimarrão com erva-mate é um hábito. A erva-mate contém cafeína, que é um alcaloide estimulante do sistema nervoso central.



A respeito da molécula da cafeína, é correto afirmar:

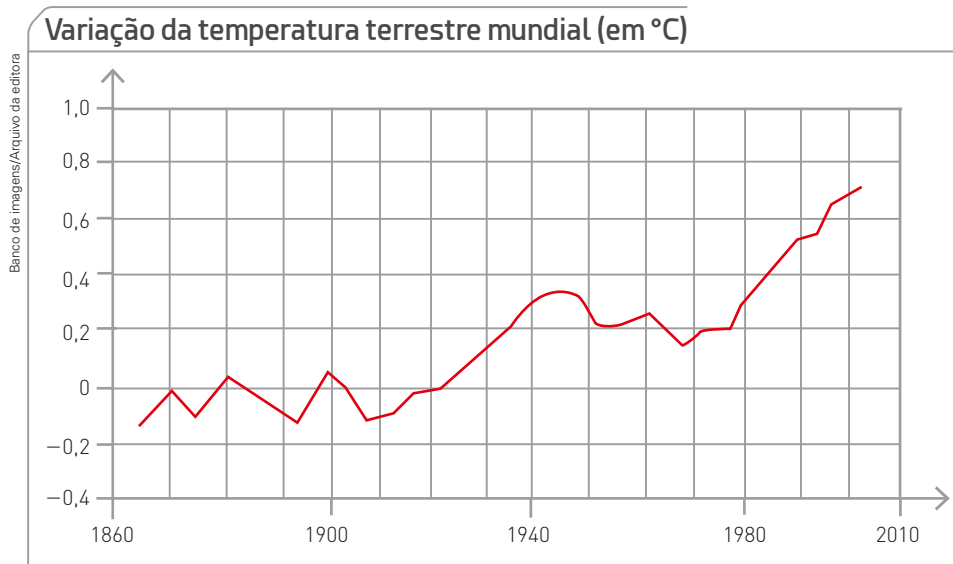
- ☒ a) Possui duas ligações σ (sigma) carbono-carbono.
- b) Não possui ligação π (pi) entre carbonos.
- c) Possui nitrogênios com caráter ácido.
- d) Possui dez elétrons em orbitais π (pi).
- e) Não possui ligações σ (sigma) entre carbonos.

Efeito estufa e o crescimento de plantas

A superfície terrestre é mantida aquecida pela energia proveniente do Sol. Gases como CO_2 , CH_4 e vapor de água formam uma espécie de “cobertor” térmico que permite a passagem dos raios ultravioleta e da luz visível, mas impede a dissipação de uma parcela das radiações infravermelhas (calor) para o espaço. Esse fenômeno é conhecido como **efeito estufa**.

Geralmente o termo *efeito estufa* é usado de maneira negativa, indicando que algo está errado com o planeta. No entanto, a vida em nosso planeta só existe por causa desse efeito. Para entendermos essa afirmação, vamos fazer uma comparação das temperaturas na superfície da Terra e na da Lua. Os gases que envolvem a Terra mantêm sua temperatura, em média, de 15°C , enquanto na Lua (onde não há atmosfera) a temperatura oscila entre -150°C à noite e 100°C durante o dia, variações que não permitem a existência de vida como a conhecemos.

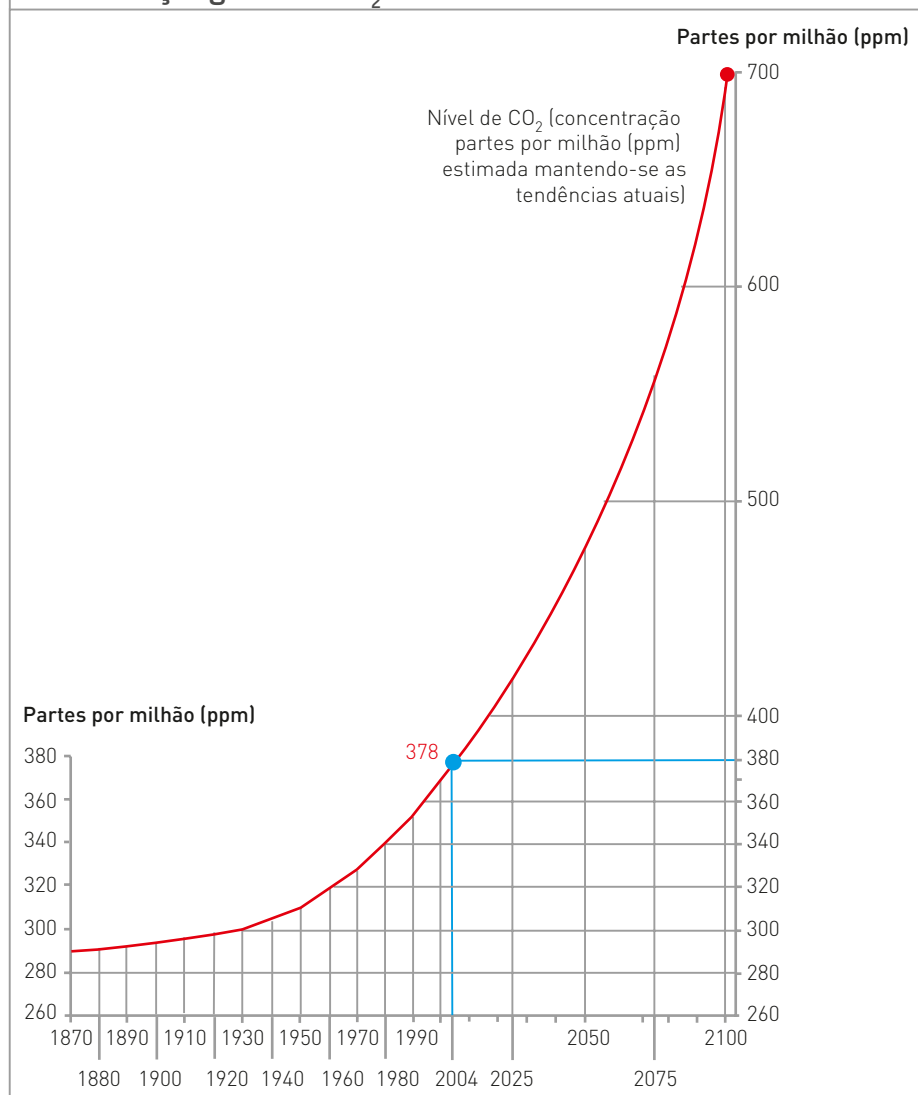
Em contrapartida, o lado prejudicial do efeito estufa está na elevação da temperatura média do planeta, como consequência do rápido aumento da concentração de certos gases, principalmente o CO_2 , como se pode constatar no gráfico abaixo.



Fonte: Hadley Centre. Disponível em: <www.metoffice.gov.uk/climatechange/science/hadleycentre/>. Acesso em: 27 mar. 2010.

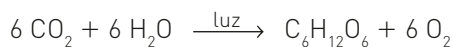
Antes de 1870, a concentração de CO_2 atmosférico era da ordem de 290 ppm. Durante os últimos 150 anos, houve elevação na sua concentração para mais de 350 ppm. Esse acréscimo se deve ao aumento da queima de combustíveis fósseis para a produção de energia, que teve início com a Revolução Industrial. Estima-se que, se a liberação de gás carbônico para a atmosfera não for controlada, o seu nível poderá atingir 700 ppm em 2100, conforme estimativas mostradas no gráfico a seguir.

Concentração global de CO₂ atmosférico



Fonte: Environmental Knowledge for Change. Disponível em: <http://www.grida.no/graphicslib/detail/global-atmospheric-concentration-of-co2-outtake_bbba#>. Acesso em: 11 abr. 2018. O eixo horizontal está fora de escala para evidenciar o aumento da concentração de CO₂.

Qual será o efeito do aumento da concentração de CO₂ e da temperatura global sobre as plantas? Plantas são organismos que produzem glicose (C₆H₁₂O₆) utilizando apenas luz, água e gás carbônico, como podemos ver na equação geral da fotossíntese, a seguir.



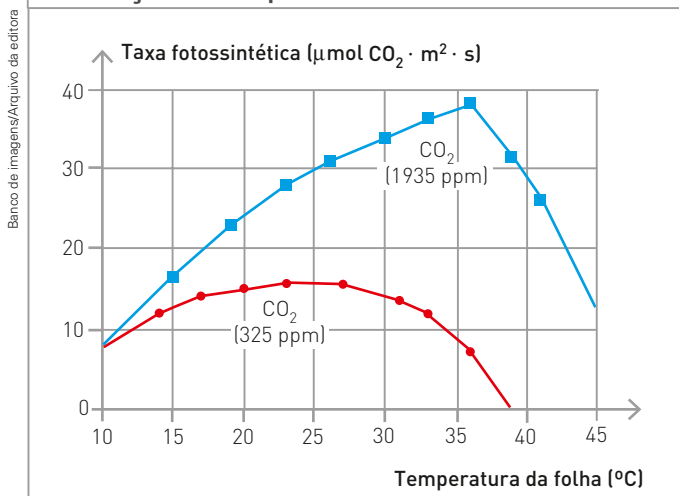
A glicose obtida será utilizada na produção de energia (principalmente durante o processo de respiração celular), no armazenamento de amido e na formação da estrutura de sustentação (celulose).

A fotossíntese é um processo que sofre influência de quatro fatores externos: disponibilidade de água, **concentração de gás carbônico**, intensidade luminosa e **temperatura**. Aqui serão abordados apenas os itens destacados.

O aumento da temperatura pode limitar o crescimento das plantas. Em uma atmosfera rica em gás carbônico, porém, o efeito pode ser contrário.

Os renomados cientistas T. W. Jurik, J. A. Weber e D. M. Gates expuseram uma espécie de árvore, a *Populus grandidentata* (choupo ou álamo, planta nativa do leste da América do Norte), a concentrações atmosféricas de gás carbônico de 325 ppm e 1935 ppm e mediram suas taxas de fotossíntese em diferentes temperaturas. Observe os resultados da pesquisa no gráfico seguinte.

Variação de taxas de fotossíntese em relação à variação de temperatura



Fonte: JURIK, T. W.; WEBER, J. A.; GATES, D. M. Short-term effects of CO₂ on gas exchange of leaves of bigtooth aspen (*Populus grandidentata*) in the field. *Plant Physiology*, Rockville (MD), 75 (4). p. 1023, ago. 1984. Disponível em: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1067045/>. Acesso em: 11 abr. 2018.

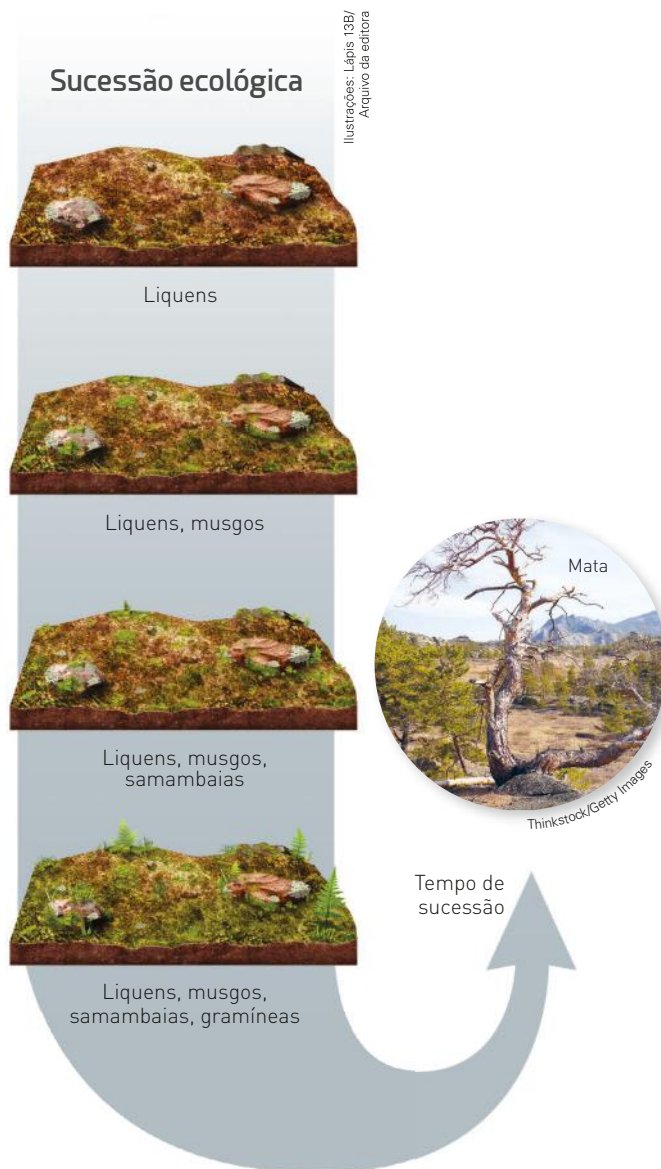
De acordo com os dados dispostos no gráfico, podemos notar dois aspectos importantes:

- a taxa de fotossíntese é mais alta na presença de maior concentração de CO₂;
- as plantas expostas a uma alta concentração de CO₂ são mais tolerantes ao aumento de temperatura.

O aumento de CO₂ atmosférico faz com que as plantas se expandam, em consequência da alta taxa de fotossíntese, elevando suas reservas de amido e celulose. É importante ressaltar que o crescimento não ocorre na vertical, ou seja, as plantas não ficam mais altas, pois isso é determinado pelo seu material genético.

No entanto, maior quantidade de carbono disponível pode provocar efeito negativo na longevidade das plantas. Estudos realizados com diversos animais mostram que, quanto maior a quantidade de alimento consumido, menor sua longevidade, mas será que isso ocorre com as plantas?

Se essa hipótese for válida também para as plantas, a longevidade de certas espécies de árvores será afetada e sua morte prematura poderá abrir clareiras, acelerando a sucessão ecológica. Esse processo ecológico se resume a uma nova colonização do ambiente degradado. Inicialmente, plantas de pequeno porte ocuparão a área, seguidas de plantas de médio porte que, por fim, serão sucedidas por plantas de grande porte, situação em que se atinge a estabilidade, à qual chamamos clímax. Observe a figura ao lado.

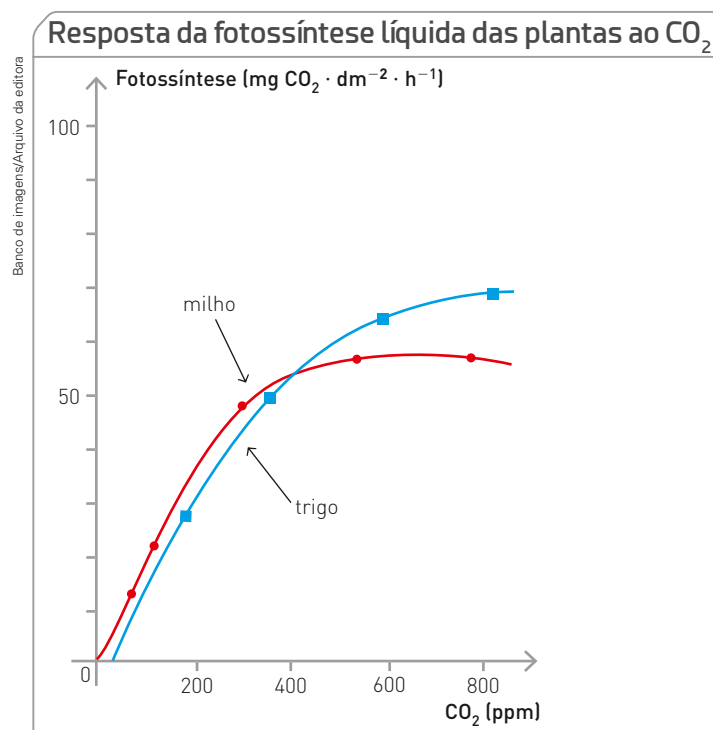


Se o processo de sucessão for acelerado, ocorrerá acúmulo de carbono (amido e celulose) e, conseqüentemente, de energia, aumentando, assim, a disponibilidade de alimento. Esse aumento da quantidade de alimento trará como resultado a elevação do número de herbívoros (animais que se alimentam de plantas) e também de carnívoros. O aumento na oferta de alimentos também afetará a longevidade dos animais.

Essa alteração no padrão ecológico pode entrar em equilíbrio ou mudar totalmente a biodiversidade. Não sabemos o que acontecerá no futuro, temos a comprovação apenas de que a taxa de fotossíntese está mais alta, portanto as plantas estão mais pesadas.

Reflita

- De acordo com o estudo elaborado pelos cientistas T. W. Jurik, J. A. Weber e D. M. Gates, indique a temperatura aproximada em que a taxa de fotossíntese da espécie de árvore *Populus grandidentata* atinge seu nível máximo, a uma concentração de CO_2 igual a 1935 ppm.
- Pesquisa realizada pelo Instituto Superior de Agronomia de Lisboa, em Portugal, sobre alterações climáticas na agricultura portuguesa, mostra que todas as espécies estudadas apresentaram aumento na taxa de fotossíntese como resposta à elevação da concentração de CO_2 na atmosfera; no entanto, esse aumento não ocorreu de maneira igual. Observe o gráfico abaixo, que apresenta a variação da taxa de fotossíntese de duas espécies diferentes de plantas.



A Floresta Amazônica pode ser considerada o pulmão do mundo?

Fonte: BRANDÃO, A. M. C. de A. de P. *Alterações climáticas na agricultura portuguesa: instrumentos de análise, impactos e medidas de adaptação*. Universidade Técnica de Lisboa, 2006. p. 43. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10400.5/536>>. Acesso em: 20 mar. 2014.

Conforme os dados do gráfico e as informações do texto, qual das espécies apresentará maior taxa de fotossíntese quando os níveis de CO_2 forem iguais aos encontrados no ano de 1870? Justifique sua resposta.

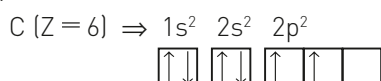
- A luz também é um fator que influencia a fotossíntese. Imagine uma planta iluminada artificialmente em um laboratório, com uma quantidade de CO_2 fixa e não limitante e água à disposição. Aproximando a fonte de luz do vegetal, o que aconteceria com a taxa de fotossíntese? Justifique sua resposta.
- De acordo com o texto, quais os três elementos químicos presentes nas moléculas de amido e de celulose?

Hibridização

A necessidade de um novo modelo

De acordo com o que foi estudado até agora, o número de elétrons desemparelhados (orbitais incompletos) indica a quantidade de ligações covalentes que podem ser efetuadas pelo átomo. Esse modelo é eficiente para explicar um grande número de moléculas, por isso é muito utilizado. No entanto, quando se tenta aplicá-lo para explicar as ligações existentes nas moléculas formadas por carbono, verifica-se que ele não é satisfatório.

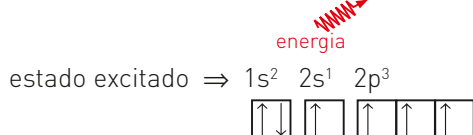
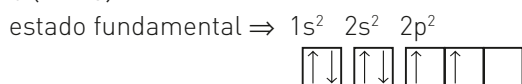
O átomo de carbono C ($Z = 6$) apresenta a seguinte distribuição eletrônica no estado fundamental:



Com base no que foi visto, o carbono poderia fazer somente duas ligações covalentes, pois apresenta apenas dois elétrons desemparelhados. Apesar disso, em todos os seus compostos, o carbono sempre efetua quatro ligações, pois é tetravalente. Para explicar essa discrepância que ocorre com o carbono e também com outros elementos, foi criada uma teoria, com um novo modelo: a **teoria da hibridização**.

O exemplo mais simples de hibridização envolvendo o carbono é o que ocorre com o metano (CH_4), em que o carbono se liga a quatro átomos de hidrogênio por meio de quatro ligações idênticas do tipo sigma (σ). Para que o átomo de carbono possa se ligar a quatro átomos de hidrogênio, ele deve apresentar quatro elétrons desemparelhados, o que ocorre quando um elétron do orbital $2s$ é "promovido" para o orbital $2p$, que se encontra vazio. Essa mudança de orbital acontece quando um dos elétrons do orbital $2s$ absorve energia, o que resulta em uma situação para o carbono: o **estado excitado**.

C ($Z = 6$)

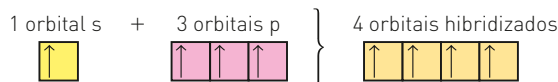


Nessa situação, o carbono poderia efetuar quatro ligações, pois agora apresenta quatro orbitais incompletos, ou seja, quatro elétrons desemparelhados, mas haveria dois tipos de ligações: uma feita pelo orbital do tipo s e outras três feitas pelos orbitais do tipo p .

Experimentalmente, verifica-se que as quatro ligações no metano são **idênticas** e, então, admite-se que os quatro orbitais envolvidos nas ligações são idênticos. Aqui, efetivamente, aplica-se a teoria da hibridização:

A **hibridização** consiste na fusão de orbitais atômicos incompletos, que se transformam originando novos orbitais, em igual número. Esses novos orbitais são denominados **orbitais híbridos** (hibridizados).

Assim, nesse caso, temos:



Esses novos orbitais são idênticos entre si e, assim, justifica-se que as ligações na molécula do CH_4 sejam idênticas também.

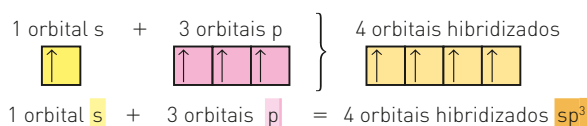
Como, na natureza, o carbono aparece formando estruturas diferentes, mas que podem ser explicadas de maneira semelhante, admitem-se três tipos de hibridização para ele: sp^3 , sp^2 e sp . O nome de cada um desses tipos indica como os orbitais hibridizados se formaram.

Tipos de hibridização

Hibridização do tipo sp^3

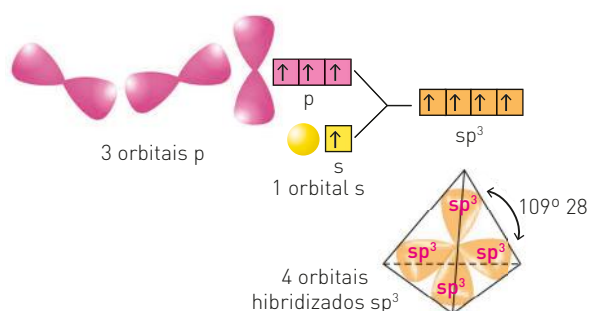
Veja como exemplo a formação dos quatro orbitais hibridizados da molécula do CH_4 .

hibridização:



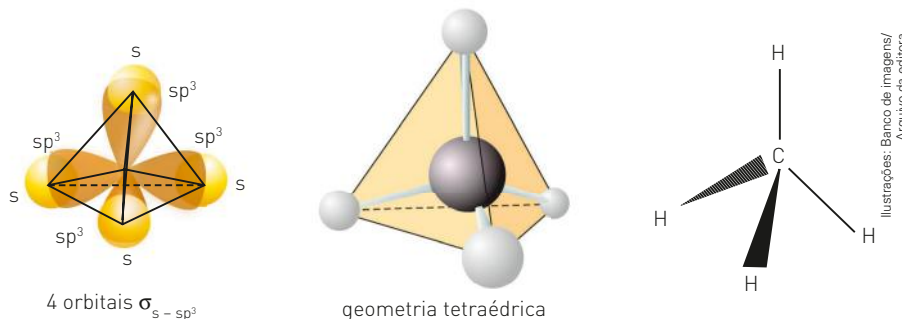
Cada um desses orbitais, idênticos entre si, recebe o nome de orbital sp^3 , indicando como se originaram.

Os orbitais hibridizados apresentam forma geométrica diferente dos orbitais que os originaram. O processo de hibridização dos orbitais sp^3 pode ser representado pelo seguinte esquema:



Como existem quatro orbitais, ou seja, quatro nuvens eletrônicas na camada de valência do carbono, elas estão orientadas para os vértices de um tetraedro regular, apresentando ângulos adjacentes de $109^\circ 28'$.

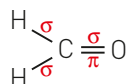
Portanto, a molécula do metano (CH_4) apresentará a estrutura a seguir, na qual as quatro ligações, idênticas, são do tipo σ_{s-sp^3} .



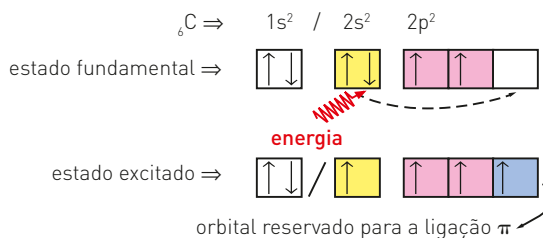
Em qualquer molécula na qual o carbono efetue quatro ligações σ , a hibridização será do tipo sp^3 .

Hibridização do tipo sp^2

Para explicar esse tipo de hibridização, pode-se usar como exemplo a molécula do formol (CH_2O), utilizado na conservação de órgãos para estudos de anatomia. Sua fórmula estrutural é a seguinte:

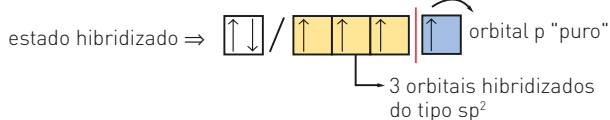


Nessa molécula, o carbono efetua três ligações σ e uma ligação π , sendo esta última entre orbitais do tipo p "puros". Assim, durante o processo da hibridização, um dos orbitais p do carbono deverá ser reservado para essa ligação.

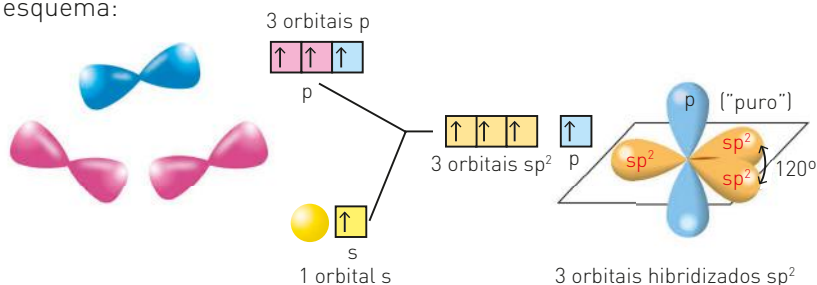


Hibridização

1 orbital s + 2 orbitais p = 3 orbitais hibridizados sp^2

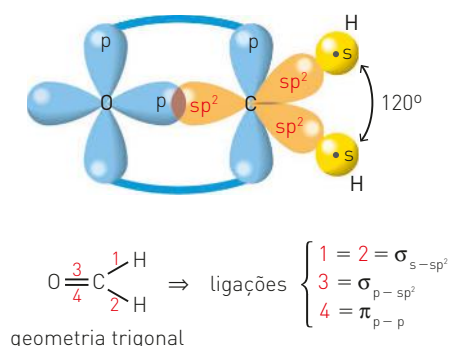


O processo de hibridização dos orbitais sp^2 pode ser representado pelo seguinte esquema:



Os três orbitais hibridizados, ou seja, as três nuvens eletrônicas, estão orientados para os vértices de um triângulo equilátero, com ângulos adjacentes de 120° .

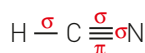
Portanto, a molécula do formol (CH_2O) apresentará a seguinte estrutura:



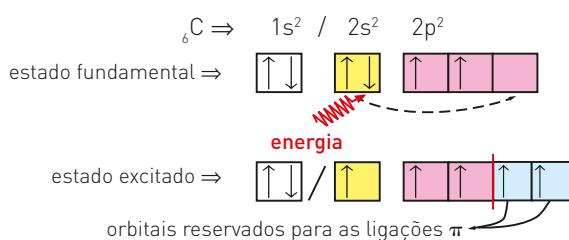
Nas moléculas em que o carbono apresenta três ligações σ e uma π , a hibridização é do tipo sp^2 .

Hibridização do tipo sp

Para explicar a hibridização do tipo sp , pode-se usar como exemplo a molécula do gás cianídrico (HCN), ainda utilizado nos Estados Unidos para execuções em câmaras de gás, nos estados em que a pena de morte é permitida. Esse gás tem a seguinte fórmula estrutural:



Nessa molécula, o carbono efetua duas ligações σ e duas ligações π , e estas duas últimas ocorrem entre orbitais do tipo p "puros". Nesse caso, durante o processo de hibridização, dois orbitais p do carbono serão reservados para essas ligações.



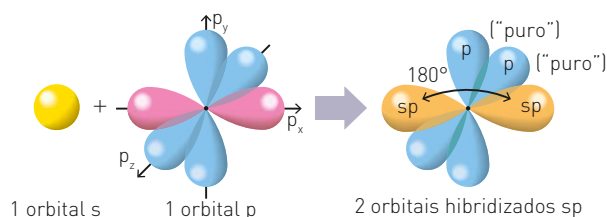
Hibridização

1 orbital s + 1 orbital p = 2 orbitais hibridizados sp

estado hibridizado $\Rightarrow$

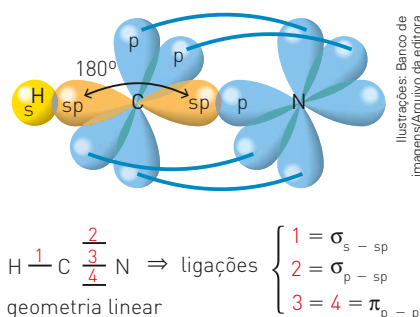
 2 orbitais p "puros"
 2 orbitais hibridizados do tipo sp

O processo de hibridização dos orbitais sp pode ser representado pelo seguinte esquema:

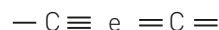


Os dois orbitais hibridizados, ou seja, as duas nuvens eletrônicas, estão dispostos formando um ângulo de 180° .

Portanto, a molécula de HCN apresentará a seguinte estrutura:



Em todas as moléculas nas quais o carbono apresenta duas ligações σ e duas ligações π , a hibridização é do tipo sp .



O carbono apresenta, como variedades alotrópicas, o diamante, a grafita, os fulerenos e os nanotubos, que possuem estruturas diferentes, decorrentes de diferentes hibridizações:

grafita = sp^2 fulerenos = sp^2
 diamante = sp^3 nanotubos = sp^2

Resumo dos tipos de hibridização

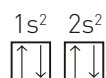
Ligações no C	Tipos de ligação	Hibridização	Ângulos adjacentes	Geometria
$\begin{array}{c} \\ -C- \\ \end{array}$	4 σ	sp^3	$109^\circ 28'$	tetraédrica
$>C=$	3 σ 1 π	sp^2	120°	trigonal
$\begin{array}{c} -C\equiv \\ =C= \end{array}$	2 σ 2 π	sp	180°	linear

Hibridização do berílio e do boro

A teoria da hibridização também é utilizada para explicar compostos de vários outros elementos, como o berílio e o boro.

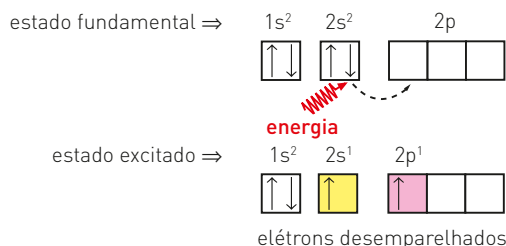
Berílio

O berílio ($Z = 4$) apresenta a seguinte distribuição eletrônica:



Como é um elemento representativo que tem dois elétrons na camada de valência, ele pode ser classificado como um metal alcalinoterroso (família 2) e, portanto, deveria originar compostos iônicos. No entanto, experimentalmente se verifica que o berílio origina compostos moleculares, como o hidreto de berílio (BeH_2). Para a formação dessa molécula, o berílio deve apresentar dois orbitais incompletos, ou seja, deve possuir dois elétrons desemparelhados para que possa efetuar duas ligações covalentes com os átomos de hidrogênio. Os orbitais incompletos podem ser obtidos pela promoção de um elétron do orbital $2s$ para um orbital do subnível $2p$ vazio, o que se consegue fornecendo energia ao elétron e, assim, originando o estado excitado.

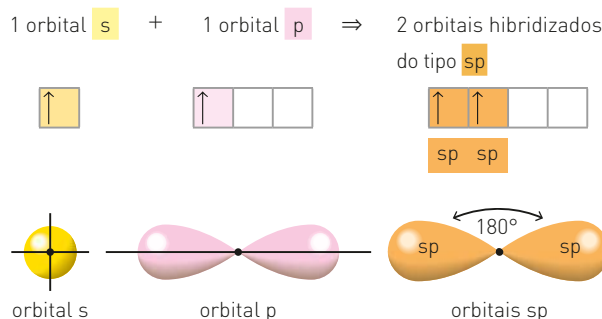
Be ($Z = 4$)



Nessa situação, o berílio pode efetuar duas ligações com os átomos de hidrogênio, pois apresenta dois orbitais incompletos; vale lembrar que seriam duas liga-

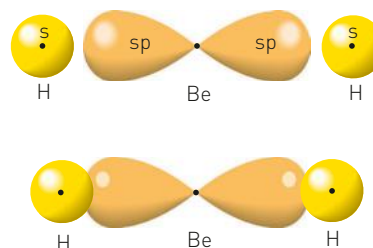
ções diferentes, uma vez que uma delas seria feita por meio de um orbital do tipo s e outra por meio de um orbital do tipo p . No entanto, verifica-se experimentalmente que, na molécula de BeH_2 , as duas ligações são **idênticas**, o que nos permite supor que os dois orbitais envolvidos nas ligações também sejam **idênticos**.

Hibridização

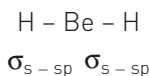


Ilustrações: Banco de Imagens/Arquivo da editora

Com base nessa teoria, justifica-se que as ligações na molécula de BeH_2 sejam idênticas. Logo, pode-se representar a interpenetração dos orbitais hibridizados sp do berílio com os orbitais s dos dois átomos de hidrogênio da seguinte forma:

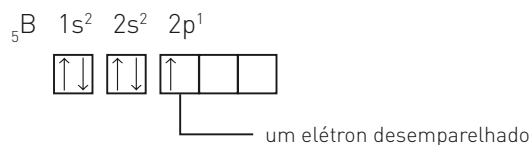


Observe que as interpenetrações dos orbitais ocorrem em um mesmo eixo, originando, portanto, ligações que, nesse caso, são do tipo σ_{s-sp} .



Boro

A distribuição eletrônica do boro no estado fundamental é dada por:

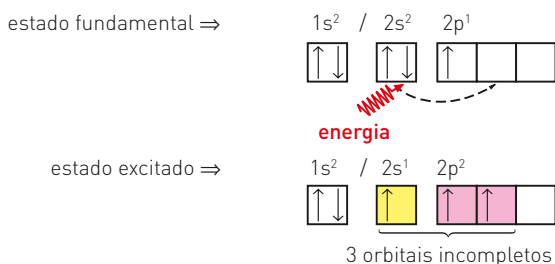


Caso essa distribuição realmente ocorresse, o boro faria somente uma ligação covalente. No entanto, situações experimentais evidenciam que no

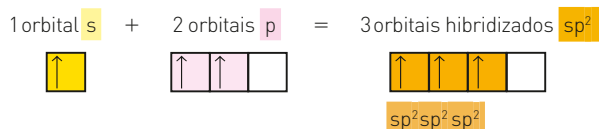
composto molecular trifluoreto de boro (BF_3), por exemplo, ocorrem três ligações idênticas do tipo σ , envolvendo o átomo de boro e os átomos de flúor.

Para explicar esse fato, deve-se considerar um processo que ocorre em duas etapas:

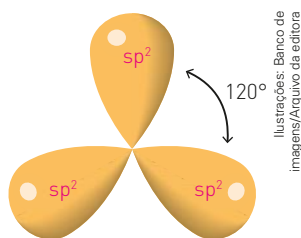
1. Promoção de um elétron, pela absorção de energia, originando o estado excitado do boro:



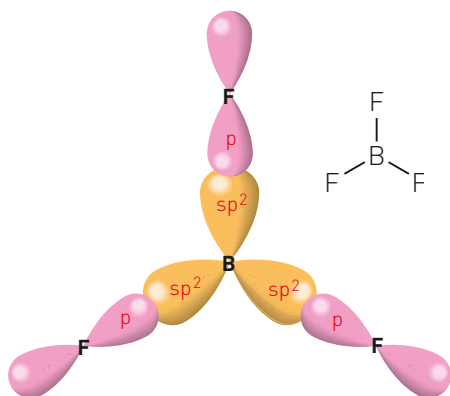
2. Como as três ligações devem ser idênticas, os três orbitais incompletos do átomo de boro deverão sofrer **hibridização**:



A representação desses orbitais hibridizados é feita da seguinte maneira:



Portanto, a molécula do BF_3 terá o aspecto a seguir, e as três ligações, idênticas, são do tipo $\sigma_p - sp^2$:



Número de nuvens eletrônicas e a hibridização

A teoria da hibridização pode ser utilizada para explicar as ligações covalentes de vários elementos químicos.

O tipo de hibridização pode ser determinado conhecendo-se o número de nuvens eletrônicas ao redor de um átomo.

Lembrando que:

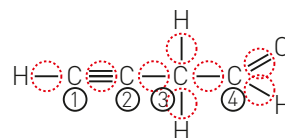
- $\times \times$ par eletrônico não compartilhado
- ligação simples
- = ligação dupla
- $\equiv$ ligação tripla

correspondem a uma **nuvem eletrônica**.

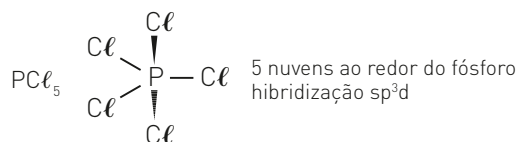
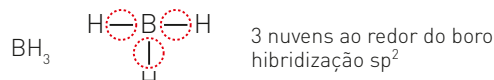
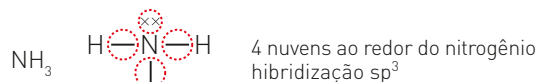
Assim, teremos:

Número de nuvens eletrônicas	Geometria das nuvens	Hibridização
2	linear	sp
3	trigonal	sp^2
4	tetraédrica	sp^3
5	bipirâmide de base triangular	sp^3d
6	octaedro (bipirâmide de base quadrada)	sp^3d^2

Veja alguns exemplos:

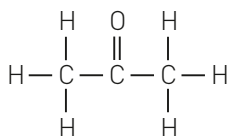


- $\text{C}① = 2$ nuvens ao seu redor $\Rightarrow$ hibridização = sp
 $\text{C}② = 2$ nuvens ao seu redor $\Rightarrow$ hibridização = sp
 $\text{C}③ = 4$ nuvens ao seu redor $\Rightarrow$ hibridização = sp^3
 $\text{C}④ = 3$ nuvens ao seu redor $\Rightarrow$ hibridização = sp^2



Exercícios resolvidos

1. Um dos principais solventes orgânicos é a acetona, utilizada em uma das etapas do refino da cocaína e que, por isso, tem sua comercialização controlada pela Polícia Federal. A fórmula estrutural da acetona pode ser representada por:

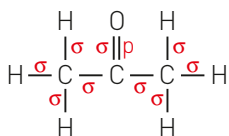


Pede-se:

- Quantas ligações sigma (σ) e pi (π) existem em uma molécula de acetona?
- Quais os tipos de hibridização do carbono presentes na acetona?

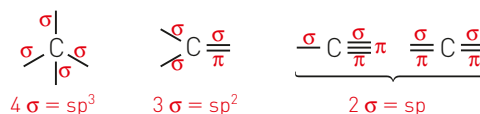
Solução

- Como toda ligação simples é do tipo σ e toda ligação dupla contém uma ligação σ e uma ligação π , temos:

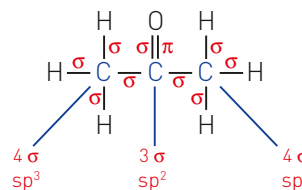


Assim, existem **9 ligações σ** e **1 ligação π** em cada molécula de acetona.

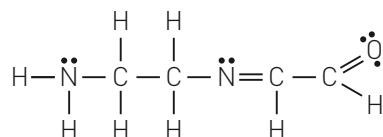
- As hibridizações do carbono podem ser determinadas pelo número de ligações σ que ele apresenta:



Assim, na acetona temos dois tipos de hibridização: sp^3 e sp^2 . Veja:



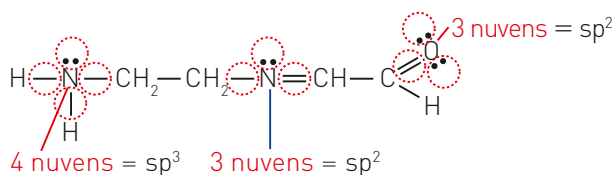
2. Considere a estrutura de um composto hipotético.



Indique as hibridizações dos átomos de nitrogênio e oxigênio no composto.

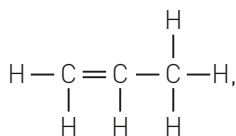
Solução

Devemos determinar o número de nuvens eletrônicas ao redor dos átomos citados e sua hibridização.



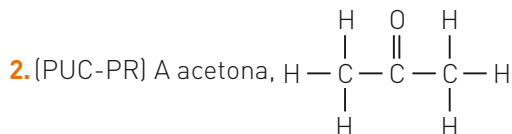
Exercícios

1. (UFRN) Na molécula de propeno, cuja fórmula estrutural é



qualquer um dos carbonos com hibridização sp^2 apresenta:

- 1 ligação sigma e 3 ligações pi.
- 4 ligações sigma e 2 ligações pi.
- 2 ligações sigma e 2 ligações pi.
- x** 3 ligações sigma e 1 ligação pi.



um importante solvente orgânico, apresenta nos seus carbonos, respectivamente, os seguintes tipos de hibridação:

- sp , sp^2 e sp^3 .
- sp^3 , sp^3 e sp^3 .
- sp^2 , sp e sp^3 .
- x** sp^3 , sp^2 e sp^3 .
- sp^3 , sp^2 e sp^2 .

3. (PUC-RJ) Tal como o CO_2 , o CH_4 também causa o efeito estufa, absorvendo parte da radiação infravermelha que seria refletida da Terra para o espaço. Essa absorção deve-se à estrutura das suas moléculas, que, no caso desses dois compostos, apresentam, respectivamente, ligações:
Números atômicos: H = 1; C = 6; O = 8.

a) π e σ_s .

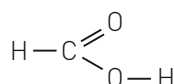
x b) π e σ_{s-sp^3} .

c) π e σ_{s-sp} .

d) σ_s e π .

e) σ_{s-sp^3} e π .

4. (UFRN) O ácido metanoico (fórmico), encontrado em algumas formigas e causador da irritação provocada pela picada desses insetos, tem a seguinte fórmula:



O átomo de carbono dessa molécula apresenta hibridação

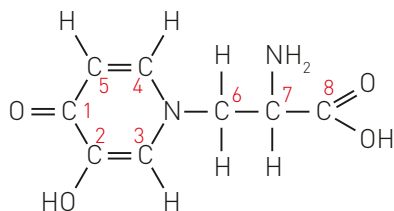
a) sp com duas ligações sigma (σ) e duas ligações pi (π).

x b) sp^2 com três ligações sigma (σ) e uma ligação pi (π).

c) sp^2 com uma ligação sigma (σ) e três ligações pi (π).

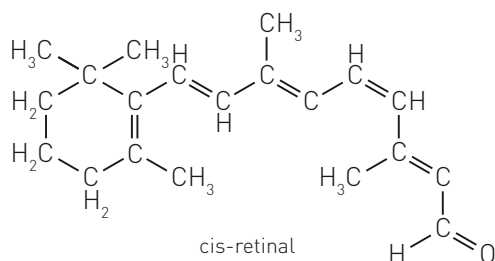
d) sp^3 com três ligações sigma (σ) e uma ligação pi (π).

5. (ITA-SP) Um produto natural encontrado em algumas plantas leguminosas apresenta a seguinte estrutura:

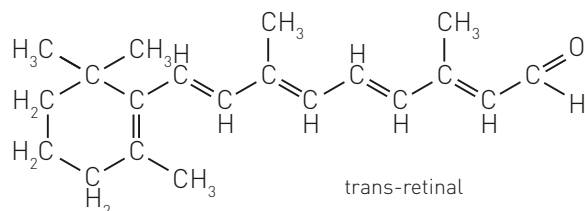


- a) Que tipo de hibridização apresenta cada um dos átomos de carbono dessa estrutura?
b) Quantas são as ligações sigma e pi presentes nessa substância?

6. (UFV-MG) Quando a luz entra nos olhos, o cis-retinal é convertido em seu isômero *trans*. Essa mudança de geometria molecular gera um sinal, que é levado pelo nervo ótico até o cérebro, causando a sensação de visão.



cis-retinal



trans-retinal

a) A fórmula molecular do cis-retinal é: *.

b) O número de ligações π (pi) no cis-retinal é: *.

c) O número de átomos de carbono com hibridação sp^2 no cis-retinal é: *.

7. (ITA-SP) A(s) ligação(ões) carbono-hidrogênio existente(s) na molécula de metano (CH_4) pode(m) ser interpretada(s) como sendo formada(s) pela interpenetração frontal dos orbitais atômicos s do átomo de hidrogênio com os seguintes orbitais atômicos do átomo de carbono:

a) quatro orbitais p.

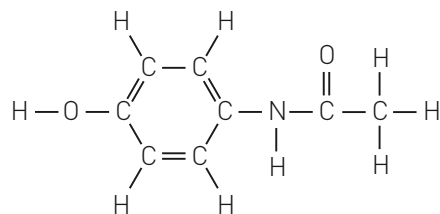
x b) quatro orbitais sp^3 .

c) um orbital híbrido sp^3 .

d) um orbital s e três orbitais p.

e) um orbital p e três orbitais sp^2 .

8. (ITA-SP) Em relação ao paracetamol, um analgésico muito consumido, cuja fórmula é:



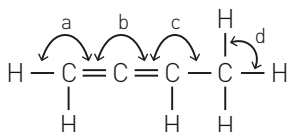
- a) Quais os tipos de hibridização dos carbonos presentes no paracetamol?
b) Quantas ligações do tipo sigma e pi existem em uma molécula de paracetamol?
c) Indique três tipos de ligação sigma existentes na molécula de paracetamol.

9. (Uerj) Na composição de corretores do tipo "Liquid Paper", além de hidrocarbonetos e dióxido

de titânio, encontra-se a substância isocianato de alila, cuja fórmula estrutural plana é representada por $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{N} = \text{C} = \text{O}$. Com relação a essa molécula, é correto afirmar que o número de carbonos com hibridação sp^2 é igual a:

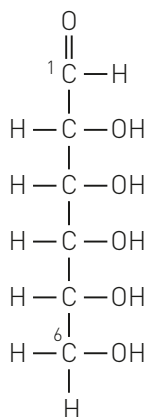
- a) 1.
- x b) 2.**
- c) 3.
- d) 4.

10. Considere a molécula a seguir:

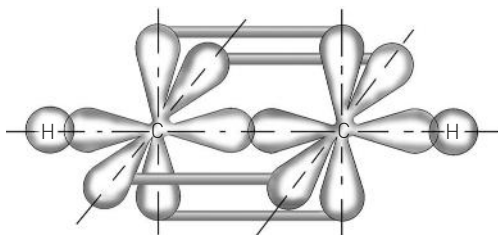


Indique os valores dos ângulos a, b, c e d representados na estrutura.

11. (UFRJ) Indique a hibridização dos átomos de carbono 1 e 6 da glicose.



12. (UFSC) Indique as proposições corretas. Em relação à figura a seguir, podemos afirmar que:



Reprodução/Arquivo da editora

- 01) representa os orbitais das ligações na molécula de C_2H_4 .
- x 02) representa os orbitais das ligações na molécula de C_2H_2 .**

04) entre os átomos de carbono existem uma ligação σ do tipo $\text{sp}^2 - \text{sp}^2$ e uma ligação π do tipo $\text{p} - \text{p}$.

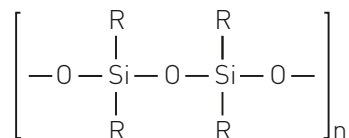
x 08) entre os átomos de carbono existem uma ligação σ do tipo $\text{sp} - \text{sp}$ e duas ligações π do tipo $\text{p} - \text{p}$.

x 16) a geometria da molécula é linear.

32) a ligação, entre o carbono e o hidrogênio, é σ do tipo $\text{sp}^2 - \text{s}$.

13. (UFSM-RS) Os silicones são polímeros de grande importância industrial. Dependendo do tamanho da molécula do polímero, podem, por exemplo, ser utilizados na fabricação de ceras impermeabilizantes e na confecção de órgãos artificiais para a Medicina.

A representação da cadeia polimérica é

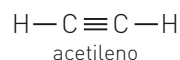


A hibridização e o ângulo correto das ligações do silício são, respectivamente:

- a) sp^3 , 120° .
 - x b) sp^3 , $109^\circ 28'$.**
 - c) sp^2 , 120° .
 - d) sp^2 , $109^\circ 28'$.
 - e) sp , 180° .
14. (UFRN) Enquanto Rivaldo estudava, sua irmã Rinete, perto da mesa, lavava a janela do quarto. Infelizmente, sem que notassem, respingou água sanitária sobre o livro de Química. Certa frase desse livro, atingida por algumas gotas da solução, teve então três palavras completamente apagadas. Essas três palavras encontram-se representadas por três reticências entre colchetes, na frase abaixo:

“No acetileno (C_2H_2), molécula de geometria [...], o carbono forma, com outro carbono, duas ligações [...], devido à hibridização do tipo [...].”

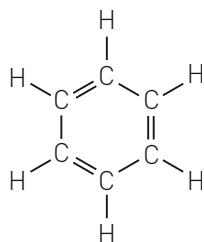
Dado:



Então, Rivaldo identificou corretamente as três palavras apagadas pela água sanitária, como sendo, respectivamente,

- a) linear, sigma, sp.
- x** b) linear, pi, sp.
- c) angular, sigma, sp^3 .
- d) angular, pi, sp^2 .

15. (UFSC) A estrutura do hidrocarboneto aromático benzeno (C_6H_6)



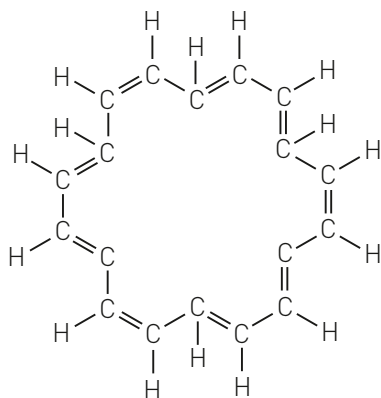
é representada pelo híbrido de ressonância a seguir, que possui a seguinte estrutura:



Identifique com V (verdadeiro) ou F (falso) as proposições adiante.

- I. três carbonos híbridos em sp^3 e três carbonos híbridos em sp^2 .
- II. seis orbitais não híbridos denominados "p puro".
- III. todos os átomos de hidrogênio ligados aos de carbono por meio de ligações σ ($s - sp^2$).
- IV. três ligações do tipo π .
- V. apenas seis ligações do tipo σ .
- VI. todos os carbonos híbridos em sp^2 .
- VII. três carbonos saturados e três carbonos insaturados. **F-V-V-V-F-V-F**

16. (UFU-MG) O anuleno é um hidrocarboneto aromático que apresenta a seguinte fórmula estrutural simplificada:



Sobre esse composto, pode-se afirmar que:

- a) tem fórmula molecular $C_{18}H_{20}$, 9 ligações pi (π) e ângulos de 109° entre as ligações carbono-carbono.
- x** b) tem fórmula molecular $C_{18}H_{18}$, 9 ligações pi (π) e ângulos de 120° entre as ligações carbono-carbono.
- c) tem fórmula molecular $C_{18}H_{16}$, 9 elétrons pi (π) e ângulos de 109° entre as ligações carbono-carbono.
- d) tem fórmula molecular $C_{18}H_{20}$, 9 elétrons pi (π) e ângulos de 120° entre as ligações carbono-carbono.

17. (UFPE) O trifluoreto de boro é um composto bastante reativo e muito utilizado em sínteses químicas. Sabendo-se os números atômicos do boro ($Z = 5$) e do flúor ($Z = 9$), podemos deduzir algumas características desse composto, tais como (Indique V (verdadeiro) ou F (falso)):

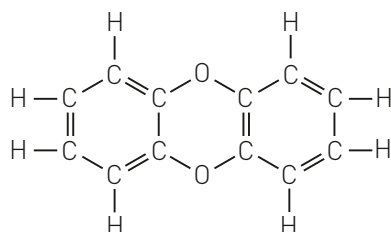
- I. possui geometria piramidal de base triangular com o boro, no topo da pirâmide, e com os três átomos de flúor, na base.
- II. a ligação B — F é polar, já que o flúor é um elemento mais eletronegativo que o boro.
- III. a molécula do trifluoreto de boro é apolar por conta de sua simetria.
- IV. o boro apresenta hibridização de seus orbitais do tipo sp^3 .
- V. apesar de fazer ligações covalentes com o flúor, o boro ainda possui orbitais vazios, o que torna o trifluoreto de boro um ácido de Lewis.

F-V-V-F-V

18. (UFPR) Dioxinas são substâncias que estão presentes na Terra há mais de 60 milhões de anos. Há mais de 200 tipos delas, constituindo o grupo mais venenoso conhecido para o ser humano e para o meio ambiente.

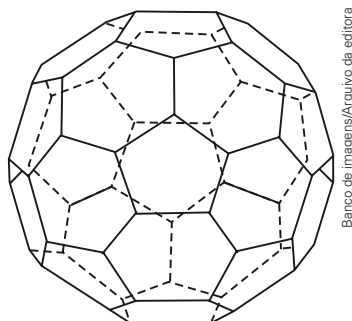
Aparecem como subprodutos nos processos de degradação e síntese de muitas substâncias em indústrias, tais como a alimentícia e a de papel e celulose. Estudos têm mostrado que as dioxinas causam câncer, reduzem as defesas imunológicas e perturbam o equilíbrio genético e hormonal, inclusive em embriões. Seu efeito é tão devastador que os Estados Unidos da América estabeleceram como concentração máxima permitível 1 fentograma de dioxina por litro de água (fento = $1 \cdot 10^{-15}$).

A molécula mais simples de dioxina, representada adiante, é a estrutura de partida para as demais e dá o nome a essa classe de compostos.



Com base nessas informações, é correto afirmar:

- x01) A fórmula molecular da dioxina é $C_{12}O_2H_8$.
 - 02) Na estrutura da dioxina, aparecem apenas 6 átomos de carbono com hibridização do tipo sp^2 .
 - x04) Os átomos de oxigênio apresentam-se com uma densidade de carga eletrônica superior à dos átomos de carbono adjacentes.
 - 08) A dioxina é uma substância muito pouco reativa, não modificando a estrutura conformacional de proteínas e DNA.
 - 16) Nos Estados Unidos da América, uma amostra de água de volume igual a 1 m^3 seria considerada imprópria para o consumo se nela estivesse dissolvido 1 fentograma de dioxina.
19. O Prêmio Nobel de Química em 1996 foi atribuído à descoberta da molécula C_{60} , com forma de bola de futebol, representada na figura.



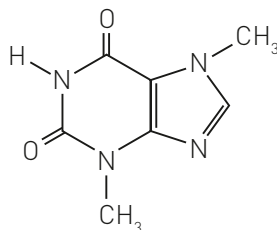
No C_{60} , cada átomo de carbono está ligado a outros três átomos. Com base nessas informações, indique o valor da razão entre o número de ligações simples e duplas e a hibridização do carbono.

20. (UFC-CE) Fugir da poluição das grandes cidades, buscando ar puro em cidades serranas consideradas oásis em meio à fumaça, pode não ter o efeito desejado. Resultados recentes obtidos por pesquisadores brasileiros mostraram que, em consequência do movimento das massas de ar, dióxido de enxofre (SO_2) e dióxido de nitrogênio (NO_2) são deslocados para regiões distantes e de maior altitude. Curiosamente, esses poluentes possuem propriedades similares, que se relacionam com a geometria molecular. Assinale a alternativa que descreve corretamente essas propriedades.
- a) Trigonal plana, polar, sp^3 .
 - b) Tetraédrica, apolar, sp^3 .
 - c) Angular, apolar, sp^2 .
 - x d) Angular, polar, sp^2 .
 - e) Linear, apolar, sp .

21. (UFPR)

Além de conter alta energia, o chocolate carrega uma energia extra com o efeito estimulante da cafeína e seu precursor bioquímico, a teobromina. A teobromina é um diurético, relaxante da musculatura lisa, estimulante cardíaco e vasodilatador.

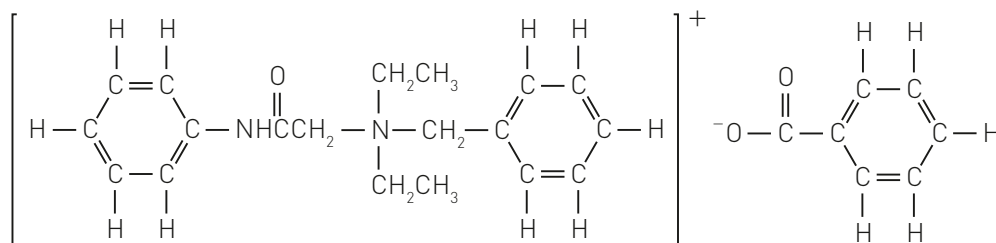
(Harris, D. C. *Análise química quantitativa*, 2001.)



Considerando a citação e a representação da molécula de teobromina fornecida acima:

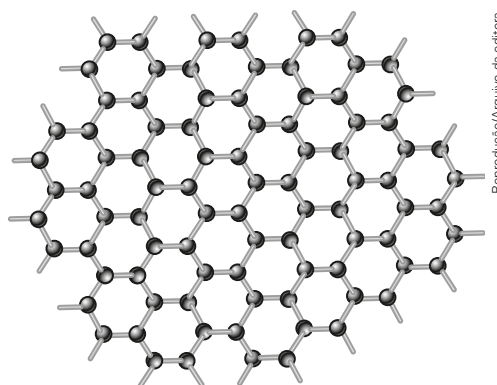
- Discuta a hibridização dos átomos de nitrogênio no anel de cinco elementos, sabendo que para o nitrogênio $Z = 7$.
- Indique o valor dos ângulos esperados entre as ligações de todos os átomos de nitrogênio, considerando apenas a hibridização, sem levar em consideração os possíveis desvios decorrentes de tensões relativas à formação dos anéis.

22. Observe a estrutura do benzoato de denatonium e indique o número de carbonos com hibridizações sp , sp^2 e sp^3 .



23. (Uerj) Um nanotubo é uma estrutura cilíndrica microscópica formada apenas por átomos de carbono com hibridização sp^2 .

O esquema abaixo representa um corte lateral de um nanotubo. Cada esfera corresponde ao núcleo de um átomo e cada traço a uma ligação entre carbonos. Não estão indicadas no esquema as ligações do tipo π .



Reprodução/Arquivo da editora

O número de ligações duplas realizadas por átomo em um nanotubo corresponde a:

- ☒ a) 1. b) 2. c) 3. d) 4.

Compostos orgânicos

De maneira genérica, define-se Química orgânica como o estudo dos compostos do carbono. Predominantemente, os compostos orgânicos contêm **carbono (C)** e **hidrogênio (H)** e, eventualmente, **oxigênio (O)**, **nitrogênio (N)**, **halogênios (F, Cl, Br e I)** e **enxofre (S)**.

Esses elementos aparecem sempre ligados a átomos de carbono.

Para entender melhor as estruturas dos compostos orgânicos, devemos lembrar o número de ligações covalentes que cada um desses elementos pode efetuar.

Elemento	Valência	Possibilidades de ligações
carbono	tetravalente	$\begin{array}{c} \\ -C- \\ \end{array}$ $>C=$ $-C\equiv$ $=C=$
hidrogênio	monovalente	H—
oxigênio e enxofre	bivalente	—O— O=
nitrogênio e fósforo	trivalente	$\begin{array}{c} -N- \\ \end{array}$ $-N=$ $N\equiv$
halogênios	monovalente	F— Cl— Br— I—

Grande parte das moléculas orgânicas é formada por carbono e hidrogênio, sendo assim não possuem grande diferença de eletronegatividade, fazendo com que a molécula seja apolar, e as atrações intermoleculares dessas moléculas são fracas, o que explica o fato de os compostos orgânicos terem temperaturas de fusão e ebulição baixas, inferiores às dos compostos inorgânicos.



Fernando Favoreto/Arquivo da editora

Uma característica importante dos compostos orgânicos é a sua combustibilidade, isto é, queimam liberando energia.



Photoresearchers/Lainstock

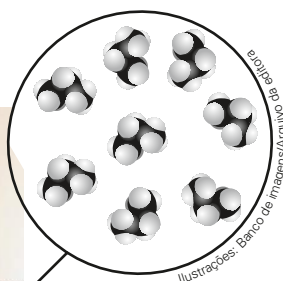
Os compostos orgânicos apolares são praticamente insolúveis em água, como o óleo lubrificante, que é uma mistura de compostos orgânicos.

A tabela a seguir mostra algumas características de dois compostos, um orgânico e um inorgânico, que permitem entender melhor as diferenças entre eles.

Propriedades	Composto orgânico	Composto inorgânico
	Propano	Cloreto de sódio
elementos	C e H	Na e Cl
partículas	moléculas: C_3H_8	íons: Na^+ e Cl^-
ligação	covalente $ \begin{array}{ccccc} & H & & H & & H \\ & & & & & \\ H & -C & - & C & - & C & -H \\ & & & & & \\ & H & & H & & H \end{array} $	iônica: $[Na]^+[Cl]^-$
polaridade	apolar	polar
temperatura de fusão	$-188\text{ }^{\circ}\text{C}$	$801\text{ }^{\circ}\text{C}$
temperatura de ebulição	$-42\text{ }^{\circ}\text{C}$	$1,431\text{ }^{\circ}\text{C}$
combustibilidade	queima vigorosamente	não queima
solubilidade em água	insolúvel	solúvel

Essas diferenças são genéricas e não valem necessariamente para todos os compostos orgânicos e inorgânicos. Existem compostos orgânicos que são solúveis em água e também compostos inorgânicos que não são solúveis em água. Assim como existem compostos orgânicos que têm ligações iônicas, existem compostos inorgânicos com ligações covalentes.

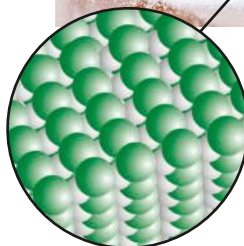
Fernando Favreito/Arquivo da editora



O propano (C_3H_8) é um dos componentes do gás engarrafado, usado em algumas residências.



Thinkstock/Getty Images



O cloreto de sódio, composto inorgânico típico, tem retículo cristalino formado por um edifício de cátions e ânions.

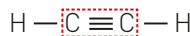
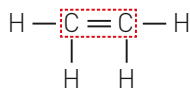
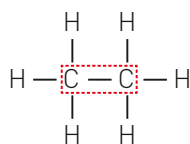
?

Qual combustível não é orgânico?

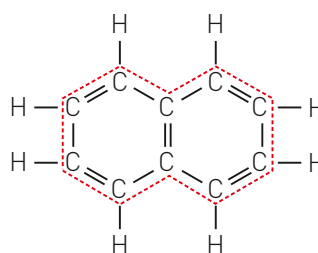
Capacidade de formar cadeias

Os átomos de carbono têm a propriedade de se unir, formando estruturas denominadas **cadeias carbônicas**. Essa propriedade é responsável pela existência de milhões de compostos orgânicos.

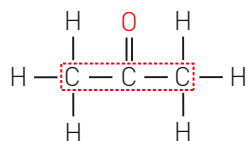
Veja alguns exemplos de cadeias:



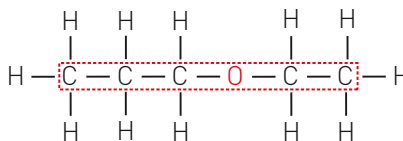
Observe que as três cadeias representadas têm dois átomos de carbono que, unindo-se de modo diverso, formaram cadeias distintas. No entanto, uma cadeia carbônica pode apresentar um grande número de átomos de carbono.



Uma cadeia carbônica pode ter, além de átomos de carbono, átomos de outros elementos, desde que eles estejam **entre** os átomos de carbono. Os elementos diferentes do carbono que mais frequentemente fazem parte da cadeia carbônica são: **oxigênio, nitrogênio, enxofre e fósforo (O, N, S, P)**. Nessa situação, esses átomos são denominados **heteroátomos**.



O oxigênio destacado **não** participa da cadeia carbônica porque não se encontra **entre** átomos de carbono.

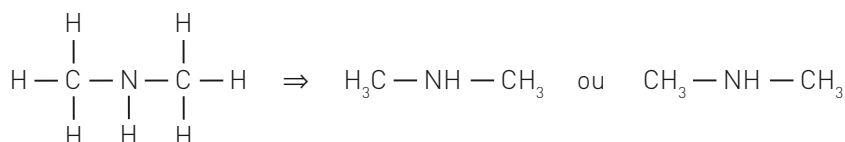
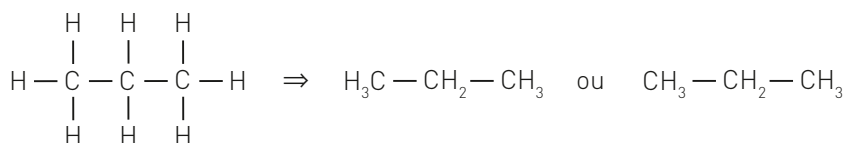


O oxigênio destacado **participa** da cadeia carbônica porque está situado **entre** átomos de carbono. Então, esse átomo de oxigênio é um **heteroátomo**.

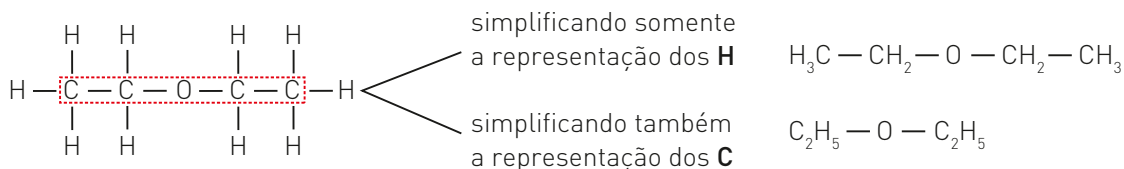
Repare que os elementos mencionados são bivalentes ou trivalentes. Logo, o hidrogênio e os halogênios (flúor, cloro, bromo, iodo, etc.), por serem monovalentes, nunca farão parte de uma cadeia carbônica, embora possam fazer parte de moléculas orgânicas.

Para facilitar a escrita e a leitura de fórmulas, costuma-se usar uma representação simplificada das fórmulas estruturais. Nessa representação indica-se a quantidade de hidrogênios ligados a cada carbono usando-se índices.

Veja alguns exemplos:



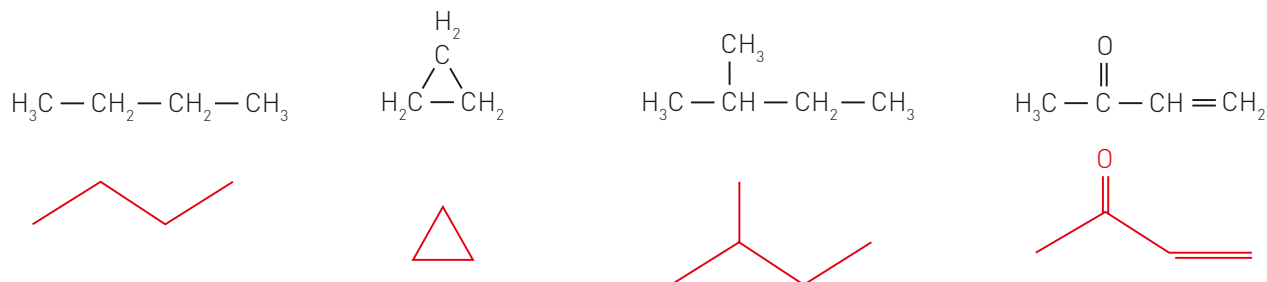
Podemos indicar também a quantidade de carbonos por índices:



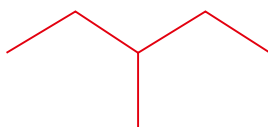
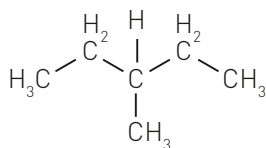
Um modo mais simplificado de representar uma cadeia carbônica consiste em indicar as ligações entre carbonos usando traços. As extremidades, bem como os pontos de inflexão, correspondem a átomos de carbono.

Essa representação costuma ser chamada de **estrutura em bastão** ou **em linha**.

Veja alguns exemplos:



Nesse tipo de fórmula, os hidrogênios não são representados, e sua quantidade corresponde ao número de ligações necessárias para completar a tetravalência do carbono.



As representações geralmente não são lineares, em razão da disposição espacial dos átomos de carbono.

Classificações do carbono

Os átomos de carbono podem ser classificados de duas maneiras:

- pelo número de carbonos ligados diretamente a um dado carbono;
- pelos tipos de ligação existentes no carbono.

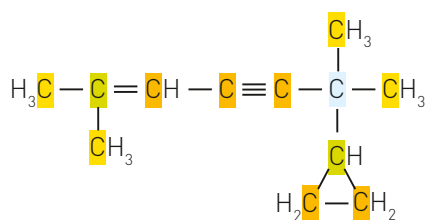
Quanto ao número de carbonos ligados diretamente a um dado carbono

Os átomos de carbono que fazem parte de uma cadeia podem ser classificados em função do **número de átomos de carbono ligados diretamente ao átomo que se deseja classificar**. Em uma cadeia carbônica, pode-se ter, então, carbonos **primários**, **secundários**, **terciários** e **quaternários**.

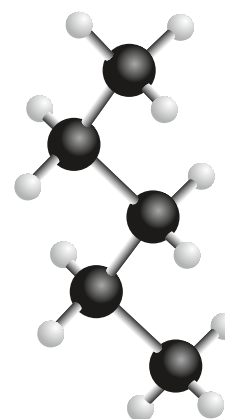
- **Carbono primário** é aquele que se encontra ligado diretamente a **um** ou **nenhum** outro átomo de carbono.
- **Carbono secundário** é aquele que se encontra ligado diretamente a apenas **dois** outros átomos de carbono.
- **Carbono terciário** é aquele que se encontra ligado diretamente a **três** outros átomos de carbono.
- **Carbono quaternário** é aquele que se encontra ligado diretamente a **quatro** átomos de carbono.

Observe que a presença de dupla ou tripla ligação não vai influenciar na classificação do carbono.

Veja um exemplo:



- carbonos C = primários
- carbonos C = secundários
- carbonos C = terciários
- carbonos C = quaternários



Banco de imagens/Arquivo da editora

No modelo, que representa uma molécula com cinco átomos, notamos a existência de dois carbonos primários e três carbonos secundários.

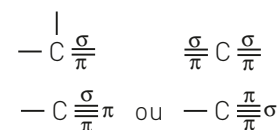
Quanto aos tipos de ligação existentes no carbono

Em função das ligações que apresenta, o carbono pode ser classificado em:

- **saturado**: quando apresenta quatro ligações simples. Essas ligações são denominadas sigma (σ): $\text{C}-\sigma-\text{C}$.
- **insaturado**: quando apresenta pelo menos uma ligação dupla ($=$) ou então uma tripla ($\equiv$).

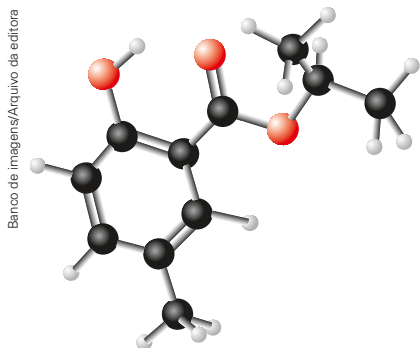
Em uma dupla-ligação, uma das ligações é denominada sigma (σ) e a outra, pi (π).

Na tripla ligação, uma das ligações é denominada sigma (σ) e as outras duas, pi (π).



Classificação das cadeias carbônicas

Cadeia carbônica: conjunto de todos os átomos de carbono e todos os heteroátomos que constituem a molécula de qualquer composto orgânico.



// O modelo representa uma molécula de cadeia mista.

De acordo com a disposição dos átomos de uma cadeia carbônica, ela pode apresentar ou não extremidades livres, sendo esse o primeiro critério utilizado em sua classificação.

Assim, temos três grandes grupos de cadeias carbônicas:

- **Cadeia aberta, acíclica ou alifática** é aquela que apresenta pelo menos duas extremidades livres e nenhum ciclo ou anel.
- **Cadeia fechada ou cíclica** é aquela que não apresenta extremidades livres; os átomos se unem originando um ou mais ciclos (anéis).
- **Cadeia mista** é aquela que apresenta pelo menos um ciclo e uma extremidade livre.

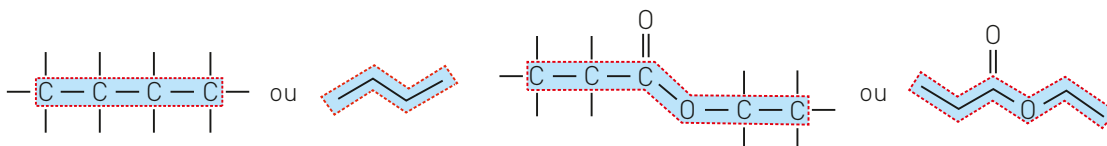
Essa classificação inicial, em três grandes grupos, é subdividida em classificações mais específicas para cada um dos grupos, mas a cadeia mista, por ser pouco comum, não será abordada detalhadamente.

Cadeias abertas, acíclicas ou alifáticas

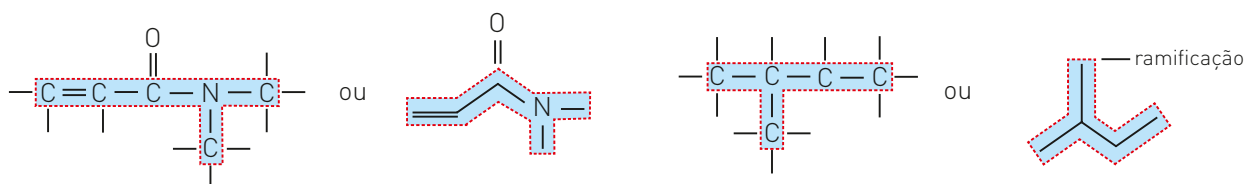
As cadeias abertas podem ser classificadas de acordo com três critérios: quanto à **disposição** dos átomos de carbono, quanto ao **tipo de ligação** entre esses átomos e quanto à **natureza** dos átomos que compõem a cadeia.

Disposição dos átomos de carbono

- **Cadeia normal, reta ou linear:** tem somente duas extremidades.



- **Cadeia ramificada:** tem no mínimo três extremidades e ramificações.

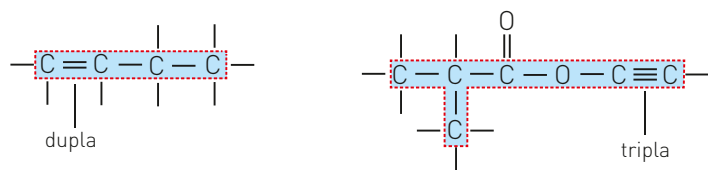


Tipo de ligação entre os átomos de carbono

- **Cadeia saturada:** apresenta somente ligações simples entre os átomos de carbono.

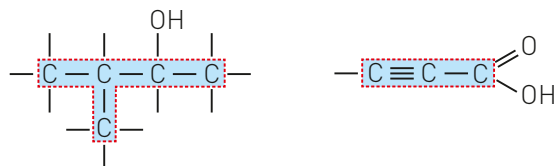


- **Cadeia insaturada:** apresenta pelo menos uma ligação dupla ou tripla entre os átomos de carbono.

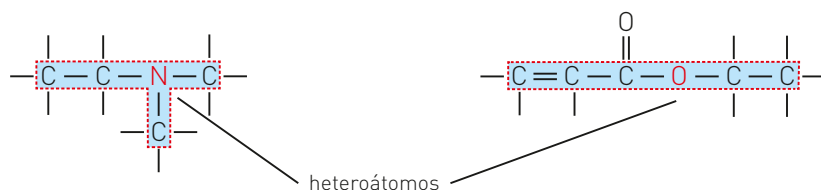


Natureza dos átomos que compõem a cadeia

- **Cadeia homogênea:** é constituída somente por átomos de carbono e não possuem nenhum heteroátomo entre eles.



- **Cadeia heterogênea:** apresenta pelo menos um heteroátomo entre os carbonos.

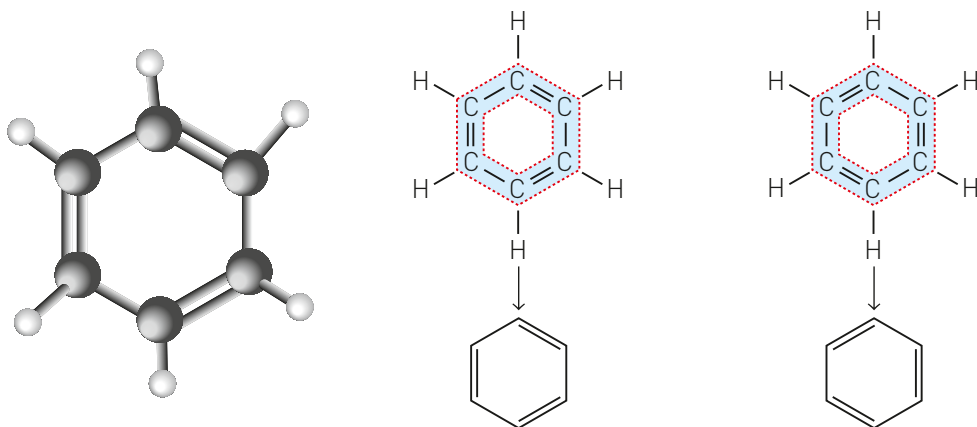


Cadeias fechadas ou cíclicas

As cadeias cíclicas subdividem-se em dois grupos: cadeias **aromáticas** e cadeias **alícíclicas** (cicloalifáticas) ou **não aromáticas**.

A palavra **aromático** é derivada de aroma, que designa um odor agradável e forte. Inicialmente, foi usada para denominar uma série de compostos, sendo o principal deles o benzeno (C_6H_6). O significado original de aromático foi abandonado, sendo hoje a palavra utilizada para indicar compostos com propriedades semelhantes às do benzeno.

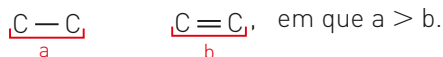
O benzeno apresenta um anel formado por átomos de carbono unidos por ligações simples e duplas alternadas. Sua representação pode ser dada por:



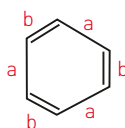
Ilustrações: Banco de imagens/Arquivo da editora

O anel que caracteriza esses compostos é chamado **aromático** ou **benzênico**, e sua presença ou não estabelece uma diferença entre as cadeias fechadas, subdividindo-as.

As representações da estrutura do benzeno que mostravam a alternância das ligações simples e duplas foram propostas por Kekulé em 1865. Atualmente, sabe-se que o comprimento das ligações simples e duplas entre carbonos é diferente:



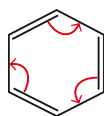
Assim, se o benzeno apresentasse ligações simples e duplas alternadas na sua estrutura, devido ao comprimento diferenciado das ligações, hipoteticamente suas moléculas teriam a forma de um hexágono irregular:



No entanto, experimentalmente foi demonstrado que todas as ligações entre os carbonos, no benzeno, apresentam um mesmo comprimento x , que é intermediário entre os valores das ligações simples e duplas, em que:

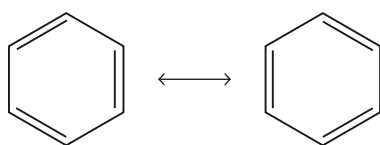
$$b < x < a$$

Isso faz com que a molécula de benzeno apresente uma forma hexagonal regular. Esse fato é justificado supondo-se que as ligações π das duplas-ligações do benzeno não se localizam entre dois carbonos determinados, mas se encontram deslocalizadas, conforme o esquema:

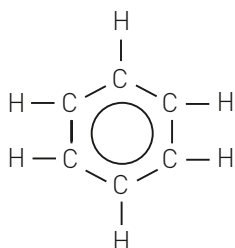


A deslocalização das ligações π está indicada pelas setas vermelhas.

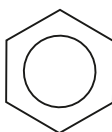
A deslocalização das ligações π é denominada **ressonância**. Assim, a estrutura do benzeno é "intermediária" entre as duas representações propostas por Kekulé, sendo denominada **estrutura híbrida de ressonância**.



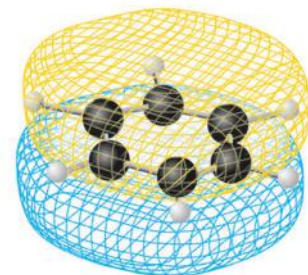
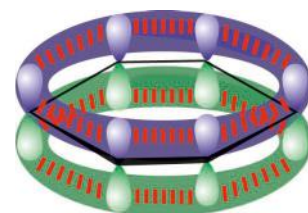
// A seta de duas pontas indica que a estrutura é um misto das duas estruturas.



ou



// A representação mais adequada para o benzeno consiste em um hexágono regular com um círculo interno, que representa os elétrons das ligações π deslocalizados.



Ilustrações: Luis Moura/Arquivo da editora

Kekulé: a estrutura molecular a partir dos sonhos

Kekulé foi aclamado, na sua época, como um dos melhores professores de Química do mundo. Porém, atualmente, ele é mais reconhecido por suas explicações sobre como os átomos se ligam, pela noção de valência (1858) e, principalmente, por ter resolvido um dos problemas teóricos que mais desafiaram os cientistas, em meados do século passado: a estrutura do benzeno.

Foi Kekulé quem resolveu os problemas, não seus sonhos. Ele soube interpretar seus sonhos para resolver as questões que estudava havia certo tempo. Se ele não tivesse pensado anteriormente sobre essas questões, os sonhos não as resolveriam.

Em 1865, ele propôs uma fórmula estrutural satisfatória para o benzeno, o que foi conseguido através de um sonho, depois de muito tempo estudando o assunto.

O texto a seguir foi extraído de um discurso feito por Kekulé na prefeitura de Berlim (Alemanha), em 1890, em comemoração ao 25º aniversário do anúncio da fórmula do benzeno:

Vocês estão celebrando o jubileu da teoria do benzeno. Eu devo, antes de tudo, falar-lhes que, para mim, a teoria do benzeno foi somente uma consequência, e uma consequência muito óbvia, das ideias que eu formara sobre as valências dos átomos e da natureza de suas ligações; as ideias, portanto, as quais nós hoje chamamos de teoria da valência e estrutural. O que mais eu poderia ter feito com as valências não utilizadas? Durante minha estada em Londres, eu residi em Clapham Road... Frequentemente, no entanto, passava as noites com meu amigo Hugo Mueller... Nós conversávamos sobre muitas coisas, mas, com mais frequência, de nossa amada Química. Em um agradável anoitecer de verão, estava retornando no último ônibus, sentado do lado de fora, como de costume, trafegando pelas ruas desertas da cidade... Eu caí em devaneio, e, vejam só, os átomos estavam saltando diante dos meus olhos! Até agora, sempre que esses seres diminutos haviam aparecido para mim, estavam sempre em movimento; mas até aquele momento eu não fora capaz de perceber a natureza de seus movimentos. Agora, entretanto, eu via como, frequentemente, dois átomos menores uniam-se para formar um par, como um maior abraçava os outros dois menores; como outros ainda maiores retinham três ou mesmo quatro dos menores; enquanto o conjunto mantinha-se girando em uma dança vertiginosa. Vi como os maiores formavam uma cadeia, arrastando os menores atrás de si, mas somente nos finais da cadeia... O grito do motorista: "Clapham Road" acordou-me do sonho; mas passei uma parte da noite colocando no papel pelo menos o esboço dessas formas de sonho. Essa foi a origem da "teoria estrutural".

Algo semelhante aconteceu com a teoria do benzeno. Durante minha estada em Ghent, morava em elegantes aposentos de solteiro na via principal. Meu escritório, no entanto, tinha frente para um beco estreito e nenhuma luz do dia penetrava nele... Estava sentado escrevendo meu livro didático, mas o trabalho não progredia; meus pensamentos estavam em outro lugar. Virei minha cadeira para o fogo e cochilei. Novamente os átomos estavam saltando diante dos meus olhos. Nessa hora, os grupos menores mantinham-se modestamente no fundo. Meu olho mental, que se tornara mais aguçado pelas visões repetidas do mesmo tipo, podia agora distinguir estruturas maiores de conformações múltiplas: fileiras longas, às vezes mais apertadas, todas juntas, emparelhadas e entrelaçadas em movimento como o de uma cobra. Mas veja! O que era aquilo? Uma das cobras havia agarrado sua própria cauda, e essa forma girava zombeteiramente diante dos meus olhos. Acordei como se por um raio de luz; e, então, também passei o resto da noite desenvolvendo as consequências da hipótese.

BENFEY, T. O. *Journal of Chemical Education*, v. 35, p. 21, 1958. Traduzido pelo autor.

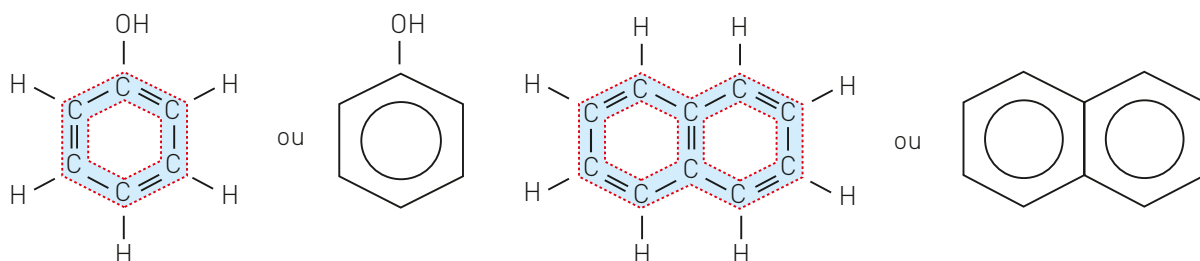


Album/AGF-images/Latinstock

/// Friedrich August Kekulé von Stradonitz (1829-1896), químico alemão, foi responsável pela introdução de fórmulas estruturais no estudo da Química.

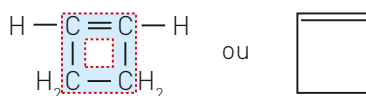
Cadeias aromáticas

Basicamente, são consideradas cadeias aromáticas aquelas que apresentam em sua estrutura pelo menos um núcleo benzênico.



Cadeias alicíclicas (cicloalifáticas) ou não aromáticas

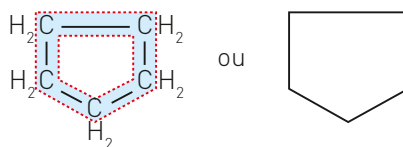
São cadeias fechadas que não apresentam o núcleo aromático ou benzênico.



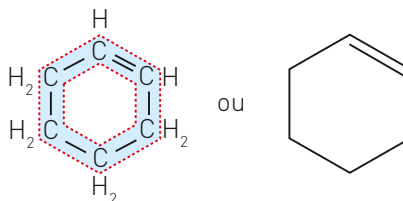
Para classificar esse tipo de cadeia, utilizam-se os seguintes critérios: o **tipo de ligação** entre os átomos de carbono e a **natureza** dos átomos que compõem a cadeia.

Tipo de ligação entre os átomos de carbono

- **Cadeia alicíclica saturada:** apresenta somente ligações simples entre os átomos de carbono.

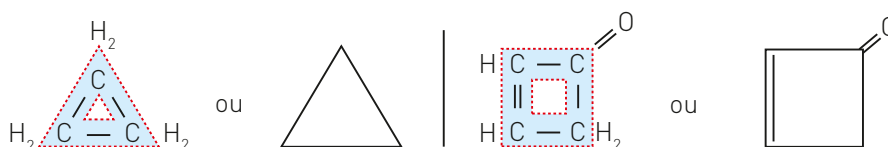


- **Cadeia alicíclica insaturada:** apresenta pelo menos uma dupla ou tripla ligação entre os átomos de carbono.

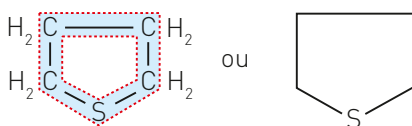


Natureza dos átomos que compõem a cadeia

- **Cadeia alicíclica homogênea** ou **homocíclica:** composta somente de átomos de carbono.

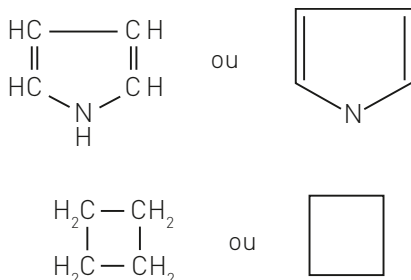


- **Cadeia alicíclica heterogênea** ou **heterocíclica**: apresenta pelo menos um heteroátomo.

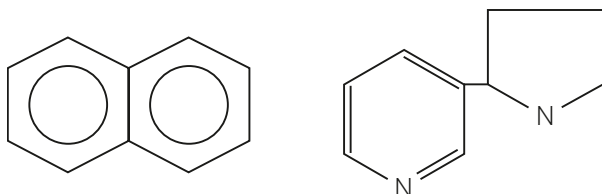


Outro critério que pode ser utilizado para classificar as cadeias cíclicas (fechadas), aromáticas ou não aromáticas, está relacionado com a quantidade de anéis ou ciclos presentes na estrutura. Assim, temos:

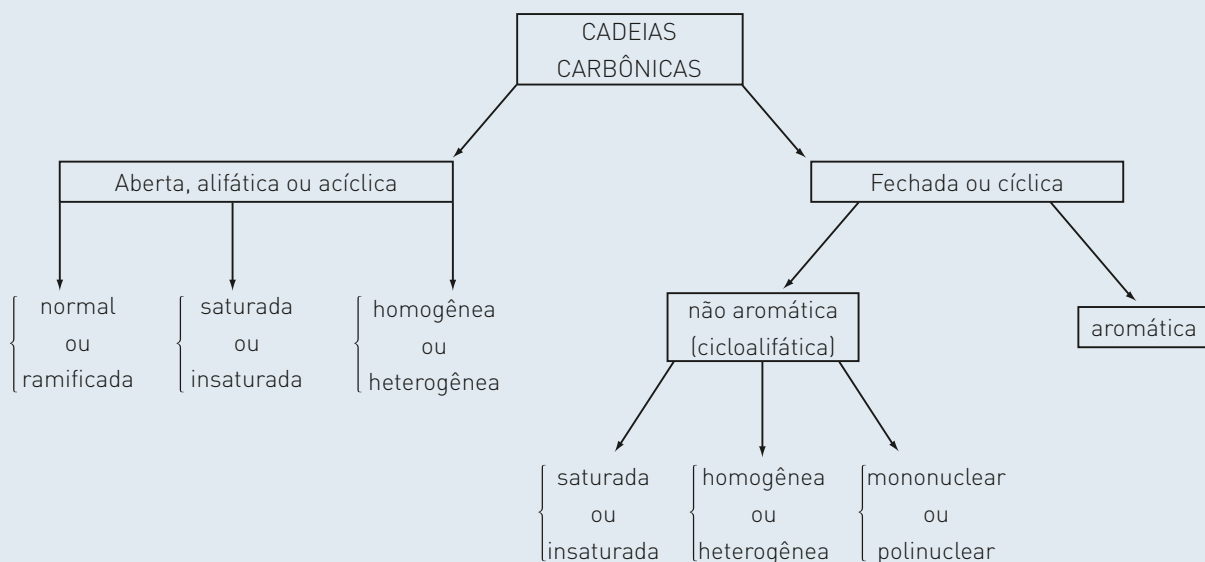
- **Cadeia monocíclica** ou **mononuclear**: apresenta somente um ciclo ou anel.



- **Cadeia policíclica** ou **polinuclear**: apresenta pelo menos dois ciclos ou anéis.

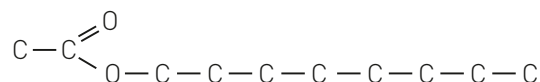


Sinopse das cadeias carbônicas



Exercícios resolvidos

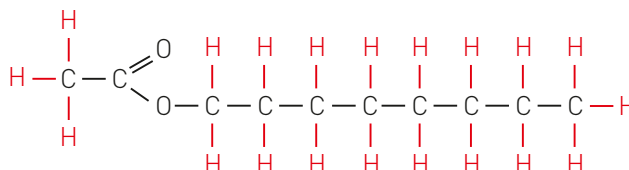
1. A substância responsável pelo sabor característico da laranja apresenta a seguinte estrutura simplificada:



- a) Qual o número de átomos de hidrogênio presentes em uma molécula dessa substância?
- b) Escreva suas fórmulas estruturais simplificadas e a fórmula molecular.
- c) Classifique os carbonos presentes na estrutura.

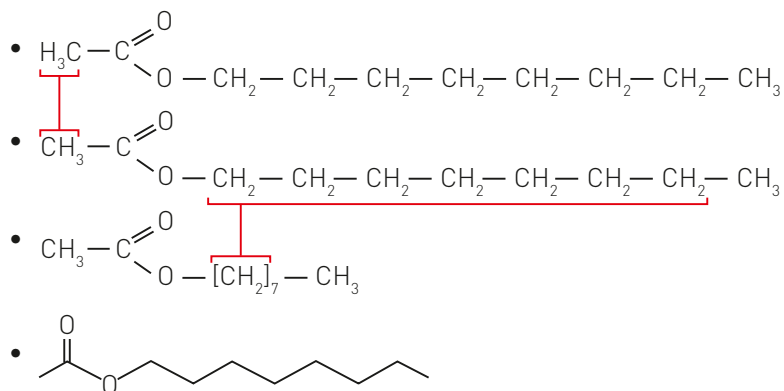
Solução

a) Como cada carbono deve apresentar quatro ligações, completaremos suas valências com hidrogênios:



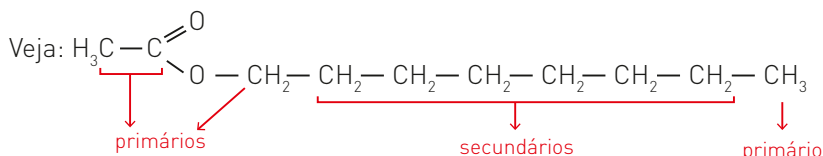
Nesse caso, não foi necessário completar as valências dos dois átomos de oxigênio, que são bivalentes e já apresentam duas ligações cada um. Logo, o número de hidrogênios presentes na estrutura é igual a **20**.

b) Existem várias maneiras de representar simplificada a estrutura do composto:



Sua fórmula molecular será $C_{10}H_{20}O_2$.

c) Quanto à classificação dos carbonos, temos 4 carbonos primários e 6 carbonos secundários.



E ainda:

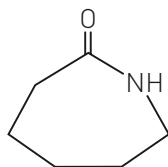
$$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$$

Diagrama de classificação:

- saturado**: $\text{H}_3\text{C}-$
- insaturado**: $\text{C}(=\text{O})$
- saturados**: $-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

ATENÇÃO: A cadeia é classificada como insaturada quando há ligações duplas ou triplas entre carbonos; no entanto, há uma diferença em relação à classificação dos átomos de carbono individualmente. Um átomo de carbono é considerado insaturado quando apresenta uma ligação dupla ou tripla, independentemente do átomo ao qual está ligado.

2. Uma das variedades de náilon pode ser obtida a partir de uma matéria-prima denominada **caprolactama**, que apresenta a seguinte fórmula estrutural:

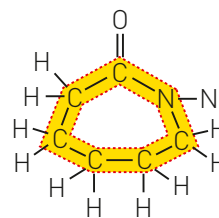


A respeito dessa substância, pede-se:

- a fórmula molecular.
- a classificação de sua cadeia.

Solução

Inicialmente, vamos escrever a estrutura, representando os carbonos e os hidrogênios e destacando a cadeia:



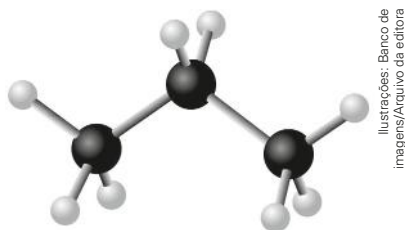
a) Sua fórmula molecular é $C_6H_{11}ON$.

b) A classificação da cadeia é:

- fechada não aromática (alíciclica);
- saturada;
- heterogênea (heterocíclica);
- mononuclear (monocíclica).

Fundamentando seus conhecimentos

Um dos componentes do gás liquefeito do petróleo (GLP) é o propano, cuja molécula pode ser representada de várias maneiras:

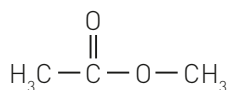
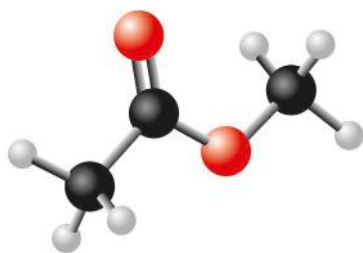


Fórmula estrutural plana



Fórmula molecular

O acetato de metila pertence a uma classe de compostos utilizados como essência. A sua molécula pode ser representada por:



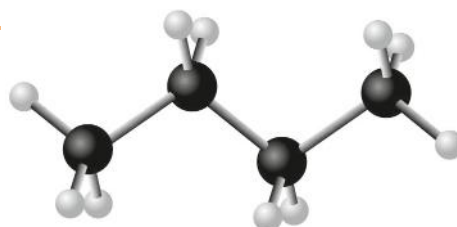
Fórmula estrutural plana



Fórmula molecular

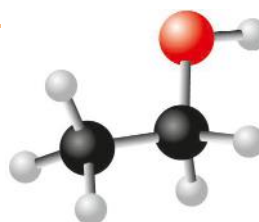
Com base nas informações, escreva as fórmulas estruturais e moleculares dos compostos representados pelo modelo pau e bola nas questões 1 a 8.

1.



Ilustrações: Banco de imagens/
Arquivo da editora

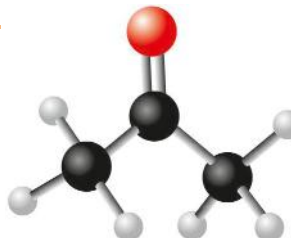
2.



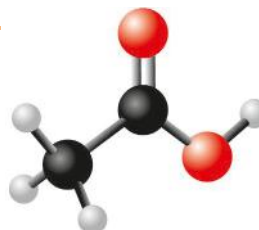
3.

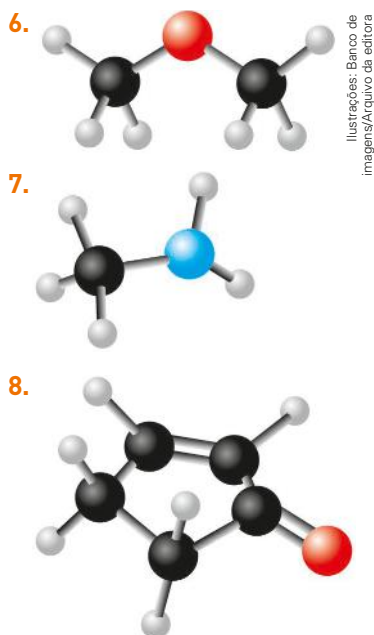


4.

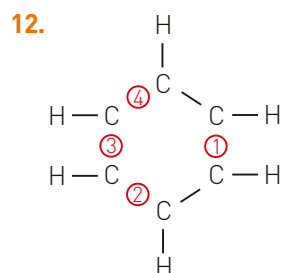
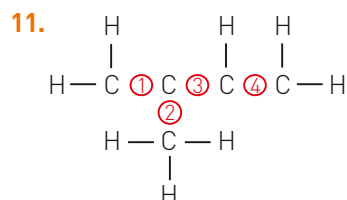
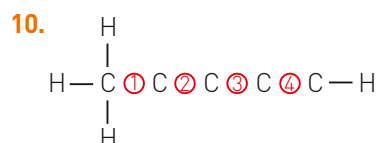
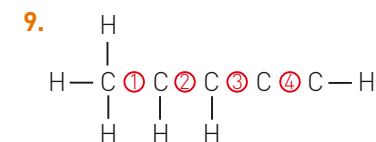


5.





Nos exercícios 9 a 12, indique as ligações (simples, duplas ou triplas) entre átomos de carbono que completam de maneira adequada as estruturas nas posições indicadas por 1, 2, 3 e 4.

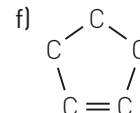
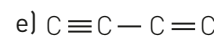
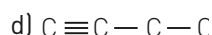
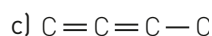
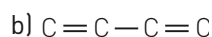
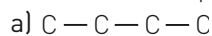


13. O ciclopropano é um anestésico. Sua sequência (esqueleto) de carbonos pode ser representada por:

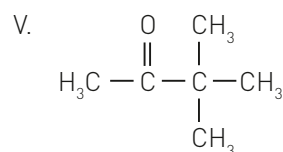
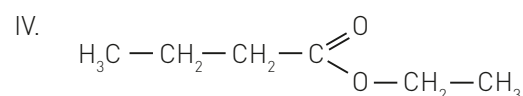
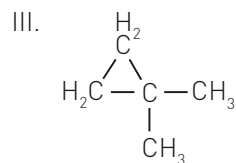
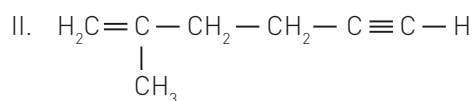
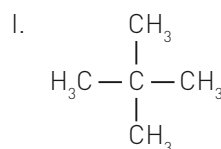


Sabendo que esse composto só apresenta carbono e hidrogênio, complete a estrutura, representando suas fórmulas estrutural e molecular: C_3H_6

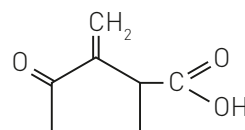
14. As estruturas a seguir têm suas moléculas constituídas apenas de carbono e hidrogênio. Complete as valências dos carbonos com átomos de hidrogênio e escreva suas fórmulas estruturais simplificadas:



15. Determine o número de carbonos primários, secundários, terciários e quaternários existentes em cada uma das estruturas a seguir e escreva suas fórmulas moleculares:

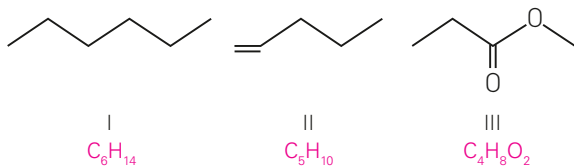


16. Um quimioterápico utilizado no tratamento do câncer é a sarcomicina, cuja fórmula estrutural pode ser representada por:

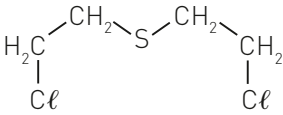
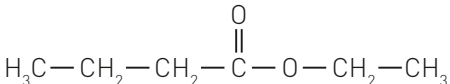
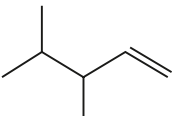
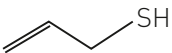
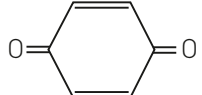
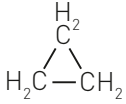
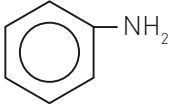
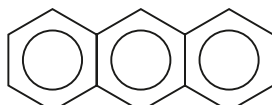


Escreva sua fórmula molecular e indique o número de carbonos secundários existentes em uma molécula desse quimioterápico.

17. Dê as fórmulas moleculares dos compostos:



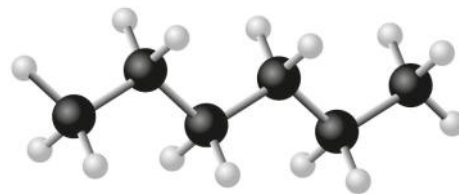
18. Classifique as cadeias.

I.	 gás mostarda (usado em guerras químicas)
II.	 essência de abacaxi
III.	 hidrocarboneto
IV.	 odor de alho
V.	 veneno secretado por besouros
VI.	 anestésico
VII.	 matéria-prima para corantes
VIII.	 substância presente na fumaça do cigarro

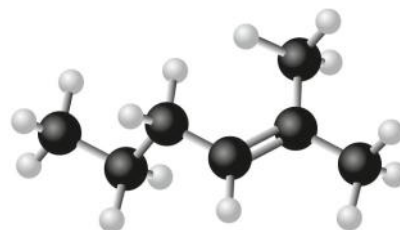
Classifique as cadeias referentes às questões 19 a 25 utilizando os seguintes critérios:

- aberta, cíclica, não aromática, aromática e mista;
- normal (reta) ou ramificada;
- saturada ou insaturada;
- homogênea ou heterogênea.

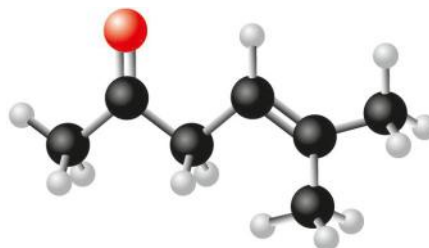
19.



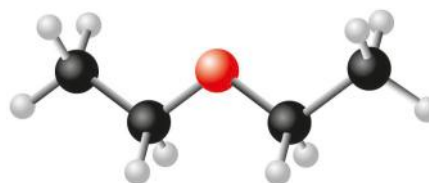
20.



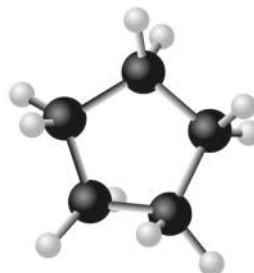
21.



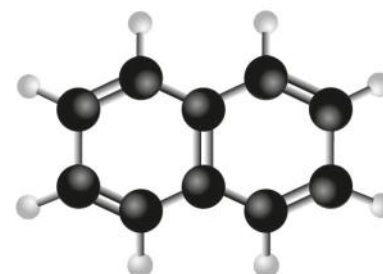
22.



23.

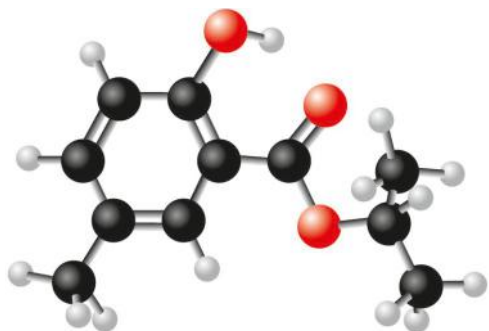


24.



Ilustrações: Banco de imagens/Arquivo da editora

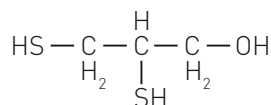
25.



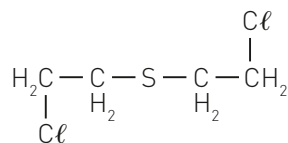
Banco de imagens/Arquivo da editora

26. Considere as seguintes substâncias e suas fórmulas estruturais:

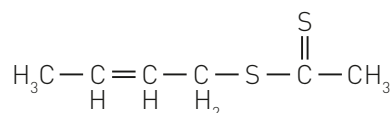
I. Antídoto efetivo no envenenamento por arsênio:



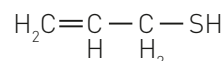
II. Gás mostarda, usado nas guerras químicas:



III. Uma das substâncias responsáveis pelo cheiro desagradável do gambá:



IV. Uma das substâncias responsáveis pelo cheiro do alho:

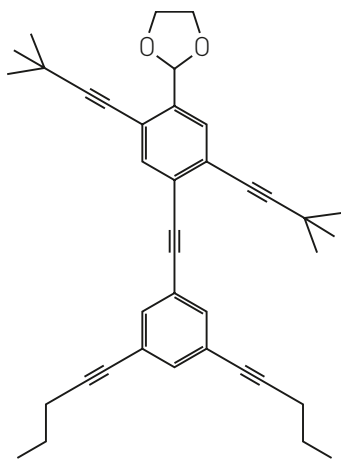


Qual(is) pode(m) ser classificada(s) como uma cadeia alifática, normal, insaturada e heterogênea?

III

Desenvolvendo seus conhecimentos

1. (Enem) As moléculas de *nanoputians* lembram figuras humanas e foram criadas para estimular o interesse de jovens na compreensão da linguagem expressa em fórmulas estruturais, muito usadas em química orgânica. Um exemplo é o NanoKid, representado na figura abaixo:



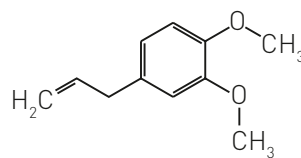
NanoKid

CHANTEAU, S. H.; TOUR, J. M. *The Journal of Organic Chemistry*, v. 68, n. 23, 2003 (adaptado).

Em que parte do corpo do NanoKid existe carbono quaternário?

- a) ☒ a) Mãos. d) Abdômen.
b) ☒ Cabeça. e) Pés.
c) ☒ Tórax.

2. (Unigranrio-RJ) O eugenol ou óleo de cravo, é um forte antisséptico. Seus efeitos medicinais auxiliam no tratamento de náuseas, indigestão e diarreia. Contém propriedades bactericidas, antivirais, e é também usado como anestésico e antisséptico para o alívio de dores de dente. A fórmula estrutural deste composto orgânico pode ser vista abaixo:



O número de átomos de carbono secundário neste composto é:

- a) 2. c) 8. e) 10.
b) 3. ☒ d) 7.

Texto para a próxima questão:

No tratamento da maioria dos cânceres, a quimioterapia é frequentemente usada para retardar a progressão da doença. Contudo, esse tratamento provoca, muitas vezes, efeitos colaterais indesejáveis, tais como a perda de cabelo, vômitos e problemas digestivos. A razão desses efeitos colaterais está associada ao fato de as drogas quimioterápicas injetáveis conseguirem chegar a qualquer parte do corpo, atingindo não só as células cancerosas, mas também as células saudáveis.

Para minimizar esse tipo de dano à saúde já debilitada do paciente, muitas pesquisas estão sendo feitas utilizando nanopartículas no tratamento do câncer.

A nanotecnologia se tornou, nos últimos anos, uma importante aliada na área de saúde, em especial da medicina, no que se refere à manipulação de partículas ultrapequenas (nanopartículas), para prevenir, diagnosticar ou curar doenças. Atualmente, a definição mais usada estipula que uma partícula é nano se o seu diâmetro equivale a um bilionésimo de metro (10^{-9} m).

No combate ao câncer de próstata, por exemplo, pesquisadores desenvolveram uma estratégia de ataque direto às células doentes por meio de nanopartículas. São elas que levam o fármaco, em altas concentrações, até as células cancerosas, evitando que a maioria das células saudáveis sejam atingidas. Os pesquisadores utilizaram nanopartículas de sílica carregadas de uma substância que combate esse tipo de câncer. Elas são, ainda, revestidas por uma vitamina, o folato, que é naturalmente atraída pelas células tumorais.

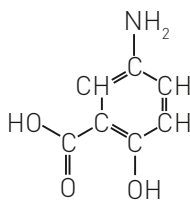
Nos testes *in vitro*, as nanopartículas atingiram seu objetivo e eliminaram cerca de 70% das células tumorais da próstata, enquanto apenas 10% das células saudáveis foram atingidas.

Esse resultado foi considerado muito favorável se comparado aos efeitos gerais de uma quimioterapia.

Porém, por trás dessa nova tecnologia promissora, existe um risco: determinados tipos de nanopartículas poderiam passar livremente pelas defesas naturais do corpo humano, tais como a pele, a membrana mucosa do nariz, da garganta, dos pulmões e do intestino. Isso prejudicaria os órgãos internos, suscetíveis a essas partículas ultrapequenas.

<<http://tinyurl.com/zesrhtm>> Acesso em: 16.09.2016. Adaptado.

3. (CPS-SP) O uso de fármacos já conhecidos dentro dessas nanopartículas é uma das aplicações positivas dessa tecnologia. Desse modo, seria usada uma menor quantidade do medicamento, diminuindo, assim, os efeitos colaterais.



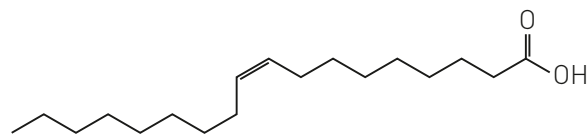
Observe a estrutura do ácido 5-aminossalicílico, fármaco utilizado como anti-inflamatório intestinal. Assinale a alternativa que apresenta a fórmula molecular desse ácido.

- ☒ a) $C_7H_7NO_3$ d) $CHNO$
☐ b) $C_7H_7NO_2$ e) C_7H_7
☐ c) $C_6H_7NO_3$

4. (UEA-AM) Texto para a próxima questão:

O óleo da amêndoa da andiroba, árvore de grande porte encontrada na região da Floresta Amazônica, tem aplicações medicinais como antisséptico,

cicatrizante e anti-inflamatório. Um dos principais constituintes desse óleo é a oleína, cuja estrutura química está representada a seguir.

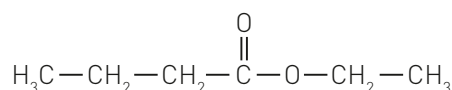


oleína

O número de átomos de carbono na estrutura da oleína é igual a

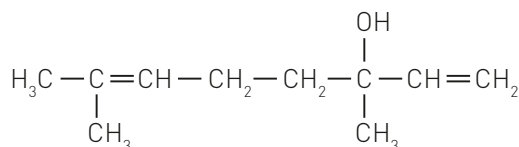
- ☐ a) 16. c) 19. e) 17.
☒ b) 18. d) 20.

5. (Feevale-RS) Marque a alternativa correta que apresenta classificação da cadeia carbônica da essência de abacaxi, cuja fórmula estrutural é:



- ☐ a) aberta, ramificada, heterogênea e saturada.
☒ b) aberta, normal, heterogênea e saturada.
☐ c) aberta, normal, heterogênea e insaturada.
☐ d) aberta, ramificada, homogênea e saturada.
☐ e) aberta, ramificada, heterogênea e insaturada.

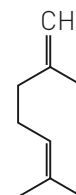
6. (UFPA) O linalol, substância isolada do óleo de alfavaz, apresenta a seguinte fórmula estrutural:



Essa cadeia carbônica é classificada como:

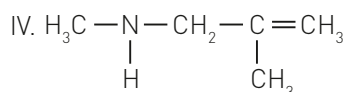
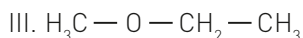
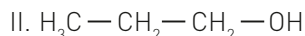
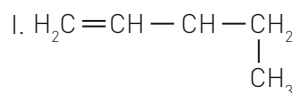
- ☐ a) acíclica, normal, insaturada e homogênea.
☒ b) acíclica, ramificada, insaturada e homogênea.
☐ c) alicíclica, ramificada, insaturada e homogênea.
☐ d) alicíclica, normal, saturada e heterogênea.
☐ e) acíclica, ramificada, saturada e heterogênea.

7. (UFSM-RS) O mirceno, responsável pelo "gosto azedo da cerveja", é representado pela estrutura ao lado. Considerando o composto indicado, assinale a alternativa correta quanto à classificação da cadeia.

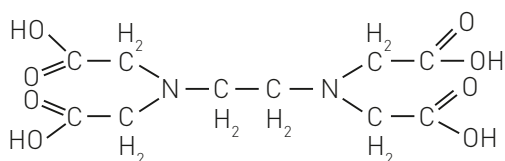


- ☐ a) acíclica, homogênea, saturada
☐ b) acíclica, heterogênea, insaturada
☐ c) cíclica, heterogênea, insaturada
☐ d) aberta, homogênea, saturada
☒ e) aberta, homogênea, insaturada

8. (FES-MT) Classifique as cadeias carbônicas segundo os critérios: normal, ramificada, saturada, insaturada, homogênea e heterogênea.

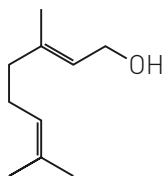


9. (PUC-RS) O ácido etilenodiaminotetracético, conhecido como EDTA, utilizado como antioxidante em margarinas, de fórmula



apresenta cadeia carbônica:

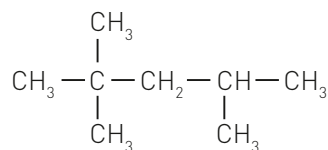
- a) acíclica, insaturada e homogênea.
 x b) acíclica, saturada e heterogênea.
 c) acíclica, saturada e homogênea.
 d) cíclica, saturada e heterogênea.
 e) cíclica, insaturada e homogênea.
10. (PUC-RJ) O óleo de citronela é muito utilizado na produção de velas e repelentes. Na composição desse óleo, a substância representada ao lado está presente em grande quantidade, sendo, dentre outras, uma das responsáveis pela ação repelente do óleo.



A cadeia carbônica dessa substância é classificada como aberta,

- a) saturada, homogênea e normal.
 b) saturada, heterogênea e ramificada.
 x c) insaturada, ramificada e homogênea.
 d) insaturada, aromática e homogênea.
 e) insaturada, normal e heterogênea.

11. (Ifsul-RS) O 2,2,4-trimetilpentano, conforme a fórmula estrutural representada abaixo, é um alcano isômero do octano. Ele é o padrão (100) na escala de octanagem da gasolina e é impropriamente conhecido por iso-octano. Quanto maior é o índice de octanagem, melhor é a qualidade da gasolina.

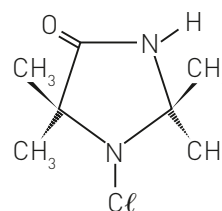


Fórmula Estrutural do Iso-octano

(Fonte: <http://blogdoenem.com.br/quimica-organica-hidrocarbonetos/>).

Sobre a cadeia do iso-octano, afirma-se que ela é

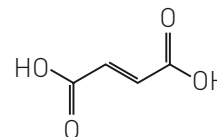
- a) saturada, aberta, normal e heterogênea.
 b) insaturada, cíclica, normal e heterogênea.
 x c) saturada, aberta, ramificada e homogênea.
 d) insaturada, cíclica, ramificada e homogênea.
12. (Uerj) Na fabricação de tecidos de algodão, a adição de compostos do tipo N-haloamina confere a eles propriedades biocidas, matando até bactérias que produzem mau cheiro. O grande responsável por tal efeito é o cloro presente nesses compostos.



A cadeia carbônica da N-haloamina representada pode ser classificada como:

- a) homogênea, saturada, normal.
 b) heterogênea, insaturada, normal.
 x c) heterogênea, saturada, ramificada.
 d) homogênea, insaturada, ramificada.

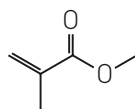
13. (PUC-RJ) Ao lado está representada a estrutura do ácido fumárico.



A respeito desse ácido, é correto afirmar que ele possui

- a) somente átomos de carbono secundários e cadeia carbônica normal.
 b) átomos de carbono primários e secundários, e cadeia carbônica ramificada.
 x c) átomos de carbono primários e secundários, e cadeia carbônica insaturada.
 d) átomos de carbono primários e terciários, e cadeia carbônica saturada.
 e) átomos de carbono primários e terciários, e cadeia carbônica ramificada.

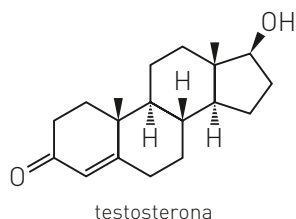
14. (PUC-RJ) Ao lado está representada a estrutura do metacrilato de metila.



Essa substância possui fórmula molecular

- a) $C_4H_6O_2$ e 2 ligações pi (π).
 b) $C_4H_6O_2$ e 4 ligações pi (π).
 c) $C_5H_8O_2$ e 4 ligações pi (π).
 d) $C_5H_8O_2$ e 10 ligações sigma (σ).
 X e) $C_5H_8O_2$ e 14 ligações sigma (σ).

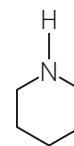
15. (Uece) Uma pesquisa feita pelo Instituto Weizman, de Israel, analisou lágrimas de mulheres, e foi observado que o choro delas mexe com os homens, porque as lágrimas exalam um sinal químico e baixam o nível de testosterona, hormônio responsável pelo desenvolvimento e manutenção das características masculinas normais, sendo também importante para o desempenho sexual.



Com relação à testosterona, é correto afirmar-se que

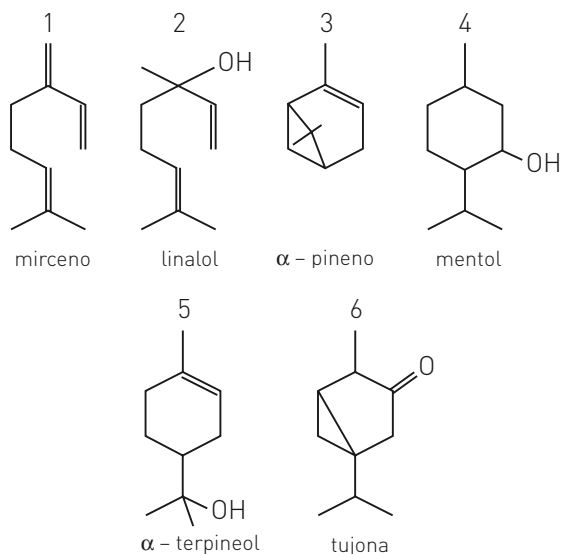
- a) na sua estrutura existem 6 carbonos terciários.
 b) na classificação da cadeia carbônica, é fechada, ramificada, insaturada e heterogênea.
 c) é isômero de compostos que apresentam a fórmula química $C_{17}H_{24}O_2$.
 X d) em sua estrutura existem 11 carbonos secundários.

16. (UEPG-PR) Sobre a piperidina, de fórmula estrutural representada ao lado, assinale o que for correto.



- 01) É uma molécula acíclica.
 02) Todos os átomos de carbono são hibridizados em sp^2 .
 X 04) É um composto de cadeia saturada.
 X 08) Apresenta heteroátomo.

17. (UFG-GO) Monoterpenos, substâncias de origem vegetal e animal, podem ser divididos em acíclicos, monocíclicos e bicíclicos. São exemplos de monoterpenos as estruturas a seguir.



Entre os monoterpenos representados, são acíclicos, monocíclicos e bicíclicos, respectivamente:

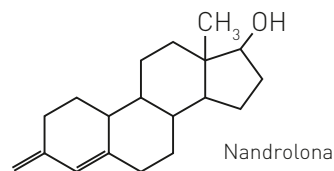
- a) 1, 2 e 3. X d) 2, 4 e 6.
 b) 1, 3 e 5. e) 2, 4 e 5.
 c) 2, 3 e 5.

Desafiando seus conhecimentos

1. (UPM-SP) A molécula que apresenta a menor cadeia alifática, insaturada e que contém um carbono quaternário é:

- X a) C_6H_{12} . c) C_2H_4 . e) C_5H_{10} .
 b) C_5H_{12} . d) $C_5H_{10}O$.

2. (UFJF/Pism-MG) O Comitê Olímpico Internacional, durante as Olimpíadas Rio 2016, estava bastante atento aos casos de *doping* dos atletas. A nandrolona, por exemplo, é um hormônio derivado da testosterona muito utilizado pela indústria farmacêutica para a produção de derivados de esteroides anabólicos.



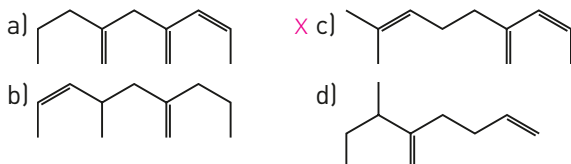
Quantos carbonos terciários com hibridação sp^3 possui esse hormônio na sua estrutura molecular?

- a) 1 X d) 4
 b) 2 e) 5
 c) 3

3. (UEL-PR) Um dos hidrocarbonetos de fórmula C_5H_{12} pode ter cadeia carbônica:

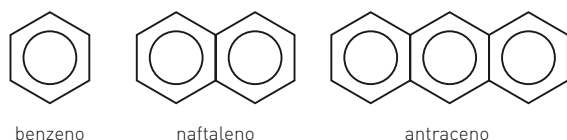
- a) cíclica saturada.
- b) acíclica heterogênea.
- c) cíclica ramificada.
- d) aberta insaturada.
- ☒ e) aberta ramificada.

4. (Uece) A substância responsável pelo sabor amargo da cerveja é o mirceno, $C_{10}H_{16}$. Assinale a opção que corresponde à fórmula estrutural dessa substância.



5. (Uerj) "O Ministério da Saúde adverte: fumar pode causar câncer de pulmão."

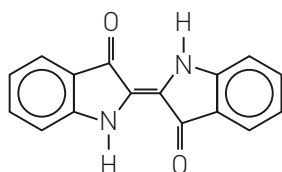
Um dos responsáveis por esse mal causado pelo cigarro é o alcatrão, que corresponde a uma mistura de substâncias aromáticas, entre elas benzeno, naftaleno e antraceno.



As fórmulas moleculares dos três hidrocarbonetos citados são, respectivamente:

- a) C_6H_{12} , $C_{12}H_{12}$ e $C_{18}H_{20}$.
- b) C_6H_{12} , $C_{12}H_{10}$ e $C_{18}H_{18}$.
- c) C_6H_6 , $C_{10}H_{10}$ e $C_{14}H_{14}$.
- ☒ d) C_6H_6 , $C_{10}H_8$ e $C_{14}H_{10}$.

6. (UEPB) A fórmula molecular do corante índigo é:



- a) $C_{16}H_{16}N_2O_2$.
- b) $C_{14}H_{10}N_2O_2$.
- ☒ c) $C_{16}H_{10}N_2O_2$.
- d) $C_{16}H_{10}NO$.
- e) $CHNO$.

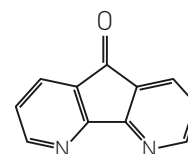
7. (UFF-RJ) A estrutura dos compostos orgânicos começou a ser desvendada em meados do séc. XIX, com os estudos de Couper e Kekulé, referentes ao comportamento químico do carbono. Dentre as ideias propostas, três particularidades do átomo de carbono são fundamentais, sendo que

uma delas é referente ao encadeamento. Escreva a fórmula estrutural (contendo o menor número de átomos de carbono possível) de hidrocarbonetos apresentando cadeias carbônicas com as seguintes particularidades:

- a) acíclica, normal, saturada, homogênea
- b) acíclica, ramificada, insaturada etênica, homogênea
- c) aromática, mononuclear, ramificada

8. (FGV-SP) Texto para a próxima questão:

O conhecimento científico tem sido cada vez mais empregado como uma ferramenta na elucidação de crimes. A química tem fornecido muitas contribuições para a criação da ciência forense. Um exemplo disso são as investigações de impressões digitais empregando-se a substância I (figura). Essa substância interage com resíduos de proteína deixados pelo contato das mãos e, na presença de uma fonte de luz adequada, luminesce e revela vestígios imperceptíveis a olho nu.



Substância I

(R. F. Farias, *Introdução à Química Forense*, Editora Átomo, 2010. Adaptado)

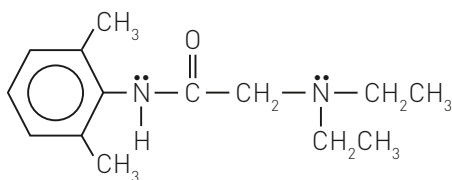
A fórmula molecular e o total de ligações sigma na molécula da substância I são, correta e respectivamente:

- a) $C_{10}H_{10}N_2O$; 16.
- b) $C_{11}H_6N_2O$; 16.
- c) $C_{10}H_6N_2O$; 22.
- d) $C_{11}H_{10}N_2O$; 22.
- ☒ e) $C_{11}H_6N_2O$; 22.

9. (Uece) Nos compostos orgânicos, os átomos de carbono se ligam entre si ou com outros átomos e formam as cadeias carbônicas, que podem ser: abertas, fechadas ou mistas; normais ou ramificadas; saturadas ou insaturadas; homogêneas ou heterogêneas. O composto 3,7-dimetil-2,6-octadienal, conhecido como citral, usado na indústria alimentícia e para fortalecer o óleo de limão, possui a seguinte fórmula molecular: $C_9H_{15}COH$. A classificação correta da sua cadeia carbônica é

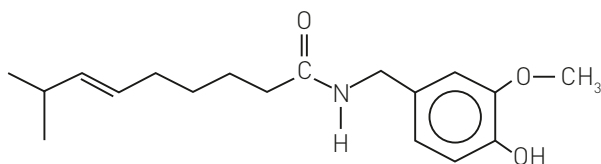
- a) aberta, insaturada, heterogênea e ramificada.
- b) mista, saturada, heterogênea e normal.
- ☒ c) aberta, insaturada, homogênea e ramificada.
- d) aberta, saturada, homogênea e ramificada.

10. (UEPB) A xilocaína, ou lidocaína, é um composto oxigenado que apresenta a propriedade de atuar como anestésico local. A fórmula estrutural desse anestésico é representada a seguir.



Em relação à xilocaína, é *incorreto* afirmar que:

- ✗ a) apresenta fórmula molecular $C_{14}H_{22}ON$.
 - b) apresenta sete átomos de carbono insaturados.
 - ✗ c) tem quatro átomos de carbono primário.
 - d) tem quatro ligações pi.
 - e) possui cadeia carbônica mista e heterogênea.
11. (UEL-PR) Você já sentiu o ardido de pimenta na boca? Pois bem, a substância responsável pela sensação picante na língua é a capsaicina, substância ativa das pimentas. Sua fórmula estrutural está representada a seguir.

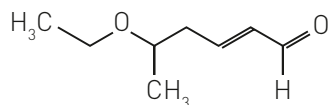


Em relação à estrutura da capsaicina, considere as afirmativas a seguir:

- I. Apresenta cadeia carbônica insaturada.
- II. Apresenta três átomos de carbono terciário.
- III. Apresenta possibilidade de formar ligações (ponte) de hidrogênio.
- IV. Apresenta um ciclo de 6 átomos de carbono com elétrons pi ressonantes.

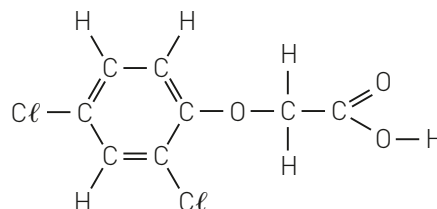
Estão corretas apenas as afirmativas:

- a) I e II.
 - b) I e IV.
 - c) II e III.
 - d) I, III e IV.
 - e) II, III e IV.
12. (UEM-PR) Considerando o composto abaixo, assinale o que for correto.



- ✗ 01) O oxigênio que forma apenas ligações simples é um heteroátomo.
- ✗ 02) O composto possui cinco carbonos com hibridização sp^3 .
- ✗ 04) O composto possui quatro carbonos primários.
- 08) A cadeia carbônica possui duas insaturações.
- 16) A molécula possui 14 ligações sigma e 2 ligações pi.

13. (Unirio-RJ) O agente laranja ou 2,4-D é um tipo de arma química utilizada na Guerra do Vietnã como desfolhante, impedindo que soldados se escondessem sob as árvores durante os bombardeios.

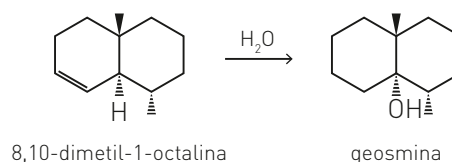


Na estrutura do agente laranja, anterior, estão presentes:

- ✗ a) 4 ligações π e 1 cadeia aromática.
- b) 3 ligações π e 1 cadeia aromática.
- c) 1 cadeia mista e 9 ligações sigma.
- d) 1 cadeia heterogênea e 5 carbonos secundários.
- e) 1 cadeia aromática e 12 ligações sigma.

14. (UFRGS-RS) A geosmina é a substância responsável pelo cheiro de chuva que vem do solo quando começa a chover. Ela pode ser detectada em concentrações muito baixas e possibilita aos camelos encontrarem água no deserto.

A bactéria *Streptomyces coelicolor* produz a geosmina, e a última etapa da sua biossíntese é mostrada abaixo.



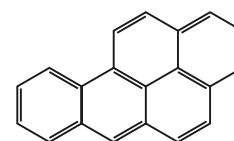
Considere as seguintes informações, a respeito da 8,10-dimetil-1-octalina e da geosmina.

- I. A 8,10-dimetil-1-octalina é um hidrocarboneto alifático insaturado.
- II. A geosmina é um heterociclo saturado.
- III. Cada um dos compostos apresenta dois carbonos quaternários.

Quais estão corretas?

- ✗ a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.
- d) Apenas I e II.
- e) I, II e III.

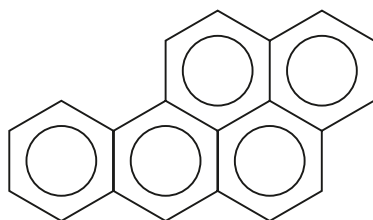
15. (Uerj) A exposição ao ben-zopireno é associada ao aumento de casos de câncer. Observe a fórmula estrutural dessa substância:



Com base na fórmula, a razão entre o número de átomos de carbono e o de hidrogênio, presentes no benzopireno, corresponde a:

- a) $\frac{3}{7}$.
- b) $\frac{6}{5}$.
- c) $\frac{7}{6}$.
- x d) $\frac{5}{3}$.**

- 16.** (UEL-PR) Dentre os componentes do cigarro, encontram-se a nicotina, que interfere no fluxo de informações entre as células, a amônia, que provoca irritação nos olhos, e o alcatrão, formado pela mistura de compostos como o benzopireno, o crizeno e o antraceno, todos com potencial cancerígeno. Sobre o benzopireno, cuja estrutura química é representada a seguir, é correto afirmar que a molécula é formada por:

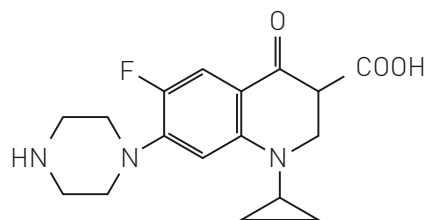


benzopireno

- x a)** cadeias aromáticas com núcleo benzênico.
 - b) arranjo de cadeias carbônicas acíclicas.
 - c) cadeias alicíclicas de ligações saturadas.
 - d) cadeias carbônicas heterocíclicas.
 - e) arranjo de anéis de cicloexano.
- 17.** (Uece) O benzeno é usado principalmente para produzir outras substâncias químicas. Seus derivados mais largamente produzidos incluem o estireno, que é usado para produzir polímeros e plásticos, fenol, para resinas e adesivos, e ciclohexano, usado na manufatura de nylon. Quantidades menores de benzeno são usadas para produzir alguns tipos de borrachas, lubrificantes, corantes, detergentes, fármacos, explosivos e pesticidas. O benzeno não é representado apenas por uma estrutura de Lewis, mas por mais de um arranjo para descrever sua estrutura, que corresponde ao efeito mesomérico ou ressonância e é identificada

- a) por ser bastante estável e agir como se tivesse isoladamente ligações simples e ligações duplas.
- b) pelas distâncias entre os átomos de carbono das ligações simples (1,54 Å) e das ligações duplas (1,34 Å).
- c) pela variação da posição dos elétrons σ (sigma) que provocam mudanças nas posições dos átomos de carbono.
- x d)** por possuir distância intermediária entre os átomos de carbono, comparada com a distância da ligação simples e a distância da ligação dupla.

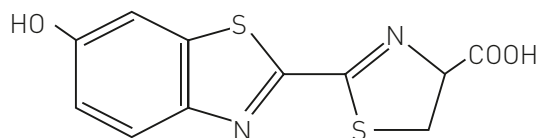
- 18.** (Ufscar-SP) O Cipro (ciprofloxacino) é um antibiótico administrado por via oral ou intravenosa, usado contra infecções urinárias e, recentemente, seu uso tem sido recomendado no tratamento do antraz, infecção causada pelo microrganismo *Bacillus anthracis*. A fórmula estrutural desse antibiótico é mostrada na figura.



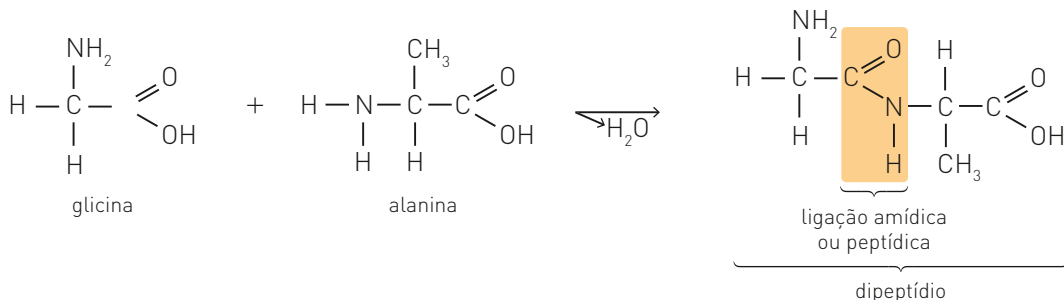
- a) Qual a fórmula molecular deste antibiótico?
- b) Qual a porcentagem em massa de carbono?

- 19.** (UFG-GO) O Parque Nacional das Emas, localizado no extremo sudoeste do Estado, é caracterizado pelo agrupamento de cupinzeiros, que servem como local de desenvolvimento de larvas de vaga-lumes. Pela emissão de luz, elas atraem outros insetos que lhes servem de alimento. Esse fenômeno de emissão de luz é chamado de bioluminescência e ocorre, principalmente, pela oxidação de uma substância química conhecida por luciferina, representada abaixo. Determine a fórmula molecular, a massa molecular e a composição percentual da luciferina.

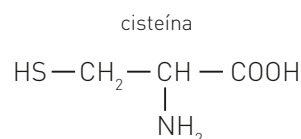
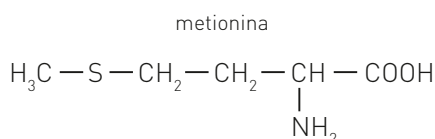
Dados: massas atômicas: H = 1; C = 12; N = 14; O = 16; S = 32.



Os alfa-aminoácidos (α -aa) são substâncias essenciais à vida que, ao se combinarem entre si, produzem as proteínas. Um exemplo dessa interação pode ser a que ocorre entre os alfa-aminoácidos glicina e alanina.



Outros exemplos de α -aa são:



Com base nas fórmulas e nas informações apresentadas, responda às questões **20** e **21**.

- 20.** Considerando os alfa-aminoácidos apresentados, qual ou quais deles apresentam cadeia aberta, saturada e heterogênea?
- 21.** A respeito do dipeptídio formado pela reação entre a glicina e a alanina, podemos afirmar:
- ☒ a) possui cadeia ramificada.
 - ☐ b) apresenta 4 heteroátomos.
 - ☐ c) apresenta 17 ligações simples e 2 ligações duplas.
 - ☐ d) possui cadeia homogênea.
 - ☐ e) é formado pela hidratação de uma molécula de glicina e uma de alanina.

Cuide de sua integridade física

Ao longo do ano você fará diversos experimentos de Química, seja em sala de aula, seja no laboratório da escola. Cada um de vocês, com a supervisão do(a) professor(a), é responsável pela própria integridade física e pela integridade física dos colegas. Leia com atenção item por item.

- Siga sempre as orientações do(a) professor(a).
- Conheça a localização dos equipamentos de segurança e informe-se sobre seu uso correto.
- Use sempre os equipamentos indicados para cada procedimento: luvas, avental, óculos de segurança.
- Se tiver cabelos longos, mantenha-os presos durante os experimentos.
- Brincos, anéis, pulseiras, etc. são proibidos. Você pode se ferir ou ferir um colega com eles e ter suas luvas perfuradas.
- Não coma nem beba durante as atividades experimentais.
- Nunca teste um produto químico diretamente pelo olfato ou pela gustação.
- Lave bem as mãos antes e depois dos procedimentos experimentais.
- Mantenha silêncio durante as explicações do(a) professor(a) e durante os experimentos.
- Sobre a bancada devem estar apenas os materiais necessários para o procedimento.
- Siga as orientações do(a) professor(a) sobre o correto manuseio do equipamento, limpeza, armazenagem e descarte de reagentes.
- Ao término da atividade, o laboratório deve ser deixado limpo, com chão seco e aparelhos elétricos desconectados da rede elétrica.

Sugestão: colem essas orientações em lugar visível para que todos sempre se lembrem delas.

Peste bubônica

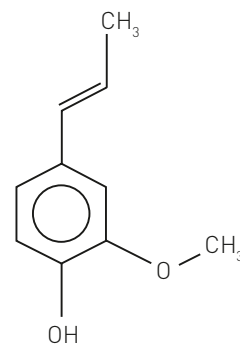
A peste bubônica assolou a Europa durante os séculos XIV e XV e foi responsável pela morte de quase um terço da população europeia da época. Sua transmissão se dá por meio da picada de pulgas de ratos infectados pela bactéria *Yersinia pestis* e as pessoas acometidas por essa doença apresentam urina, suor, saliva e escarro com aspecto escurecido, daí a denominação com que se tornou conhecida: “peste negra”.

Para afastar a peste, muitas pessoas utilizavam um saquinho de noz-moscada pendurado no pescoço. Pode parecer apenas superstição medieval, mas não é!

A semente de noz-moscada possui um odor característico, cuja substância responsável é o **isoeugenol**.

Algumas plantas produzem substâncias que agem como pesticidas naturais contra predadores herbívoros, insetos e fungos. Acredita-se que o isoeugenol atuasse na noz-moscada como um pesticida natural para repelir as pulgas, inclusive aquelas de ratos infectados pela peste.

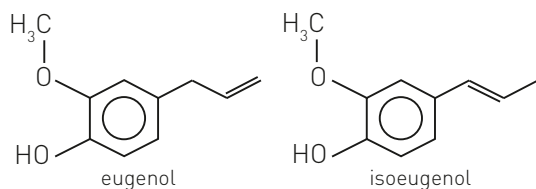
Ainda hoje a peste faz vítimas, justamente por causa da presença dos roedores. Por isso, é quase impossível erradicar a doença, segundo dados da Fiocruz (Fundação Oswaldo Cruz). O último caso humano no Brasil foi registrado em 2005.



Fórmula estrutural do isoeugenol.

Fontes: Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães-Fiocruz (<www.cpqam.fiocruz.br>; acesso em: 19 abr. 2013); LE COUTER, P.; BURRESON, J. *Os botões de Napoleão*: as 17 moléculas que mudaram a História. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.

1. Classifique a cadeia carbônica do isoeugenol apresentada no texto.
2. Observe as estruturas e responda aos itens a seguir.



- a) Escreva as fórmulas moleculares das substâncias apresentadas.
 - b) Você deve ter observado que o eugenol e o isoeugenol são substâncias diferentes que apresentam fórmulas estruturais semelhantes. Qual a diferença entre as fórmulas estruturais dessas duas substâncias?
3. Segundo o texto, qual é a função dos pesticidas naturais para as plantas?
 4. O texto afirma que o isoeugenol protegia as pessoas dos ratos infectados pela peste negra. Essa interpretação do que diz o texto é correta? Justifique.
 5. Obviamente, as pessoas da Europa medieval que usavam a semente de noz-moscada pendurada no pescoço ainda não tinham o conhecimento de que o isoeugenol era um pesticida. Como, então, elas teriam começado a fazer uso dessa semente para evitar a peste?

6. A peste bubônica não é a única doença disseminada por ratos. A respeito disso, veja as imagens e faça uma pesquisa na internet ou na biblioteca de sua escola ou cidade. Depois, redija um pequeno texto que relacione as fotografias a doenças transmitidas por roedores.



Cartaz da operação Rato Fora, promovida pela Prefeitura de São Paulo (SP).



Carro parcialmente submerso em rua próxima ao centro de São Paulo (SP), depois de fortes chuvas atingirem a região, em fevereiro de 2010.

Funções orgânicas: hidrocarbonetos

UNIDADE

2

O petróleo é um material muito cobiçado, pois a partir dele são obtidos inúmeros produtos de alto valor comercial, como gasolina, óleo *diesel*, querosene e matérias-primas para um grande número de indústrias, como as de plásticos, tintas, farmacêutica, alimentícia e têxtil. Todos os compostos obtidos a partir do petróleo, assim como o próprio petróleo, pertencem à mesma classe de compostos orgânicos: os hidrocarbonetos.

Você sabe o que são os hidrocarbonetos?

Mohd Redzal Bin Amzah/Shutterstock

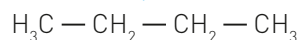
NESTA UNIDADE VAMOS ESTUDAR:

- Classes de hidrocarbonetos.
- Nomenclatura de hidrocarbonetos.
- Propriedades físicas dos hidrocarbonetos.
- Fontes e usos dos principais hidrocarbonetos.

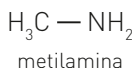
Classificação dos hidrocarbonetos

No estudo da Química inorgânica, as substâncias com comportamento químico semelhante foram agrupadas da seguinte maneira: **ácidos, bases, sais e óxidos**.

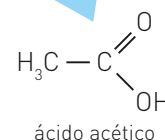
Na Química orgânica também ocorre o agrupamento de compostos orgânicos com propriedades químicas semelhantes, em consequência de características estruturais comuns. Cada função é caracterizada por um **grupo funcional**.



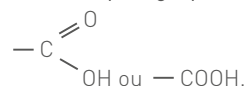
// O butano é o principal componente do gás de isqueiro e pertence à função hidrocarboneto. Esses compostos são formados somente por carbono e hidrogênio e têm grande combustibilidade.



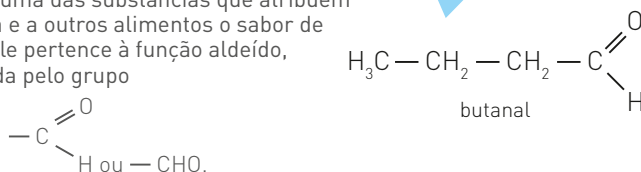
// O cheiro de peixe em decomposição pode ser atribuído a várias substâncias da função amina, entre elas a metilamina.



// O principal constituinte do vinagre pertence à função ácido carboxílico, caracterizado pelo grupo



// O butanal é uma das substâncias que atribuem à margarina e a outros alimentos o sabor de manteiga. Ele pertence à função aldeído, caracterizada pelo grupo



Sabe-se que existem atualmente milhões de compostos orgânicos, agrupados em diferentes funções orgânicas, e cada um deles é identificado por um nome. Historicamente, o nome dos compostos orgânicos era dado à medida que eles eram descobertos. Geralmente, os nomes estavam relacionados com sua fonte de obtenção. Por exemplo:

- ácido láctico = obtido a partir do leite;
- ureia = obtida a partir da urina;
- ácido fórmico = extraído de formigas.

O rápido desenvolvimento da Química orgânica levou ao estabelecimento de regras para a nomenclatura dos compostos orgânicos considerando suas funções orgânicas, visando, dessa forma, a um uso comum em todos os países. Essa nomenclatura, criada para evitar confusões, vem sendo desenvolvida pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) e é considerada a nomenclatura oficial.

No entanto, algumas substâncias ainda são identificadas por nomes consagrados pelo uso comum, que serão apresentados no decorrer deste livro.

A nomenclatura e as estruturas passarão a fazer parte do seu vocabulário químico gradualmente.

SAIBA MAIS

IUPAC. Disponível em: <www.iupac.org/>.

Site oficial, na língua inglesa, da Organização Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC, da sigla em inglês). Essa instituição congrega químicos de todo o mundo, e sua finalidade é sistematizar e organizar o conhecimento dessa ciência.

IUPAC Nomenclature of Organic Chemistry. Disponível em: <www.acdlabs.com/iupac/nomenclature/>.

Site, na língua inglesa, que contém a versão mais recente (2013) das regras de nomenclatura de compostos orgânicos.

// Capa do guia com as recomendações para a nomenclatura oficial dos compostos orgânicos. Essa tradução foi elaborada em conjunto pelos membros das Sociedades Brasileira e Portuguesa de Química.



Nomenclatura IUPAC

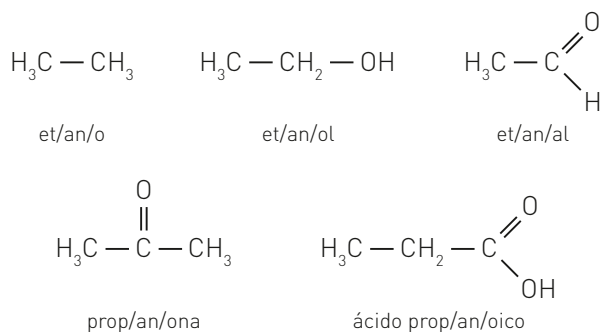
A nomenclatura oficial dos compostos orgânicos considera o número de carbonos que os compõem, os tipos de ligações entre eles e a função a que pertencem. Assim, o nome de uma cadeia aberta normal, por exemplo, é constituído de três partes: um **prefixo**, uma **partícula intermediária** e um **sufixo**.

O **prefixo** indica o número de átomos de carbono na cadeia. A **partícula intermediária** indica o tipo de ligação entre os carbonos. O **sufixo** indica a função a que pertence o composto orgânico.

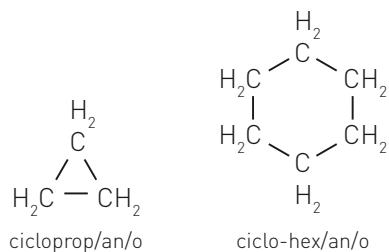
Veja, resumidamente, os componentes básicos da nomenclatura de um composto orgânico.

Formação do nome de um composto orgânico			
Prefixo (nº de carbonos)	Partícula intermediária (saturação da cadeia)	Sufixo (função)	Grupo funcional
1 C ⇒ MET	saturadas ⇒ AN	hidrocarbonetos	C, H
2 C ⇒ ET	insaturadas	O	
3 C ⇒ PROP		álcool	$\begin{array}{c} \\ -C- \\ \end{array} OH$
4 C ⇒ BUT		OL	
5 C ⇒ PENT	1 dupla ⇒ EN	aldeído	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C \\ \\ H \end{array}$
6 C ⇒ HEX	2 duplas ⇒ DIEN		
7 C ⇒ HEPT	3 duplas ⇒ TRIEN		
8 C ⇒ OCT	1 tripla ⇒ IN	cetona	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C- \\ \text{secundário} \end{array}$
9 C ⇒ NON	2 triplas ⇒ DIIN		
10 C ⇒ DEC	3 triplas ⇒ TRIIN		
11 C ⇒ UNDEC	1 dupla e 1 tripla ⇒ ENIN	ácido carboxílico	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C \\ \\ OH \end{array}$
		OICO	

Observe alguns exemplos.



Nos compostos alicíclicos, usa-se o prenome **ciclo** antes do prefixo que indica o número de carbonos:



O termo **ciclo** deve preceder ao prefixo que indica o número de carbonos, sendo escrito com um hífen quando esse prefixo começar pela letra **H**.

Hidrocarbonetos

Os compostos da função hidrocarboneto apresentam moléculas formadas somente por carbono e hidrogênio:



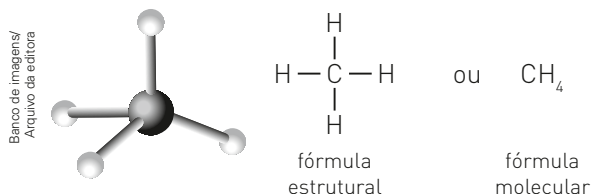
Na nomenclatura de um hidrocarboneto, o sufixo utilizado é o, e o prefixo varia de acordo com o número de carbonos presentes. Em relação ao tipo de ligação existente entre os carbonos, os hidrocarbonetos são subdivididos em várias classes. Veja, a seguir, cada uma delas.

Alcanos ou parafinas

Alcanos são hidrocarbonetos alifáticos saturados, ou seja, apresentam cadeia aberta apenas com **ligações simples**. O termo parafinas vem do latim *parum* = = pequena + *affinis* = afinidade, significando, então, “pouco reativas”.

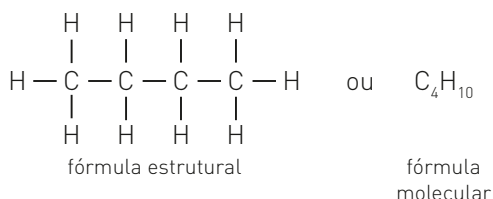
Veja alguns exemplos de alcanos.

1º exemplo



Prefixo	Intermediário	Sufixo
Nº de carbonos	Ligações	Função
1	apenas simples	hidrocarboneto
met	an	o
Nome: metano		

2º exemplo



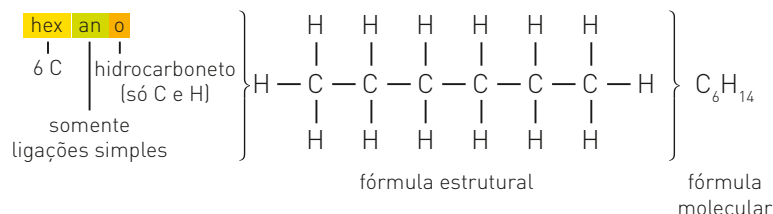
Prefixo	Intermediário	Sufixo
Nº de carbonos	Ligações	Função
4	apenas simples	hidrocarboneto
but	an	o
Nome: butano		

Como no butano o grupo (CH₂) repete-se duas vezes, sua fórmula estrutural simplificada pode ser representada assim:



3º exemplo

Conhecendo o nome de um alcano, é possível determinar suas fórmulas estrutural e molecular.



Sua fórmula estrutural pode ser representada também por:



A partir dos exemplos, pode-se determinar a proporção entre o número de carbonos e o número de hidrogênios que constituem um alcano. Essa proporção, que é a mesma para qualquer alcano, é denominada **fórmula geral**.

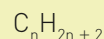


Thinkstock/Getty Images

Estas velas são constituídas fundamentalmente de uma mistura de hidrocarbonetos alifáticos saturados (alcanos).

Nome	Fórmula molecular	Nº de C	Nº de H
metano	CH ₄	1	4
etano	C ₂ H ₆	2	6
butano	C ₄ H ₁₀	4	10
hexano	C ₆ H ₁₄	6	14

Note que o número de hidrogênios é sempre igual ao dobro do número de carbonos acrescido de duas unidades, ou seja, para **n** carbonos, o número de hidrogênios será **2n + 2**. Assim, a **fórmula geral dos alcanos** é:



Essa fórmula é usada para determinar a fórmula molecular de qualquer alcano, bastando, para isso, conhecer o número de carbonos ou o número de hidrogênios. A fórmula molecular de um alcano com 20 carbonos, por exemplo, é obtida da seguinte maneira:

$$\text{fórmula geral dos alcanos} = C_n H_{2n+2}$$

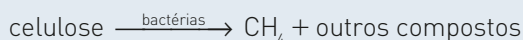
$$\left. \begin{array}{l} n = 20 \Rightarrow C = 20 \\ H_{2n+2} \Rightarrow H = 2 \cdot (20) + 2 \\ H = 42 \end{array} \right\} C_{20} H_{42}$$

Um alcano muito importante: o metano

O metano é um gás inodoro e incolor que apresenta molécula tetraédrica e apolar. Sua produção na natureza ocorre a partir da decomposição, na ausência de ar, de material orgânico, quer de origem animal, quer de origem vegetal.

Durante o processo de formação de jazidas de carvão na natureza, ocorre também, simultaneamente, a produção desse gás, que fica retido nos interstícios do carvão. Na fase de exploração do carvão nas minas, ele é liberado e mistura-se com o ar, formando uma combinação muito explosiva, conhecida pelo nome de **grisu**.

Nas regiões pantanosas também ocorre a formação do metano a partir da fermentação da celulose, que entra na composição da vegetação. Ele é liberado no fundo do pântano e sobe, formando borbulhas na superfície da água.



O metano é um dos principais constituintes do chamado **gás natural**.

O gás natural é uma fonte de energia “limpa”, encontrado em rochas porosas no subsolo, podendo estar associado ou não ao petróleo. Comparado ao óleo combustível, é 12% mais barato.

Menos denso que o ar, o gás natural dissipa-se facilmente na atmosfera em caso de vazamento. Para que inflame, é preciso que seja submetido a uma temperatura superior a 620 °C. A título de comparação, vale lembrar que o álcool se inflama a 200 °C e a gasolina, a 300 °C. Além disso, por apresentar baixo teor de compostos de enxofre, é menos nocivo ao meio ambiente do que outros combustíveis fósseis.

As reservas brasileiras de metano comprovadas são da ordem de 225 bilhões de metros cúbicos, concentrando-se principalmente nos estados do Rio de Janeiro, do Rio Grande do Norte e do Amazonas. Para complementar a produção nacional, o gás metano é importado da Bolívia e da Argentina. O gás importado da Argentina chega ao Brasil por hidrovia; no caso da Bolívia, por gasoduto.

O gasoduto Bolívia-Brasil tem 3 150 quilômetros de extensão (557 quilômetros na Bolívia e 2 593 quilômetros no Brasil). Com capacidade de fornecimento de 200 mil barris por dia, o gasoduto passa por cinco estados brasileiros (Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) e 135 municípios.

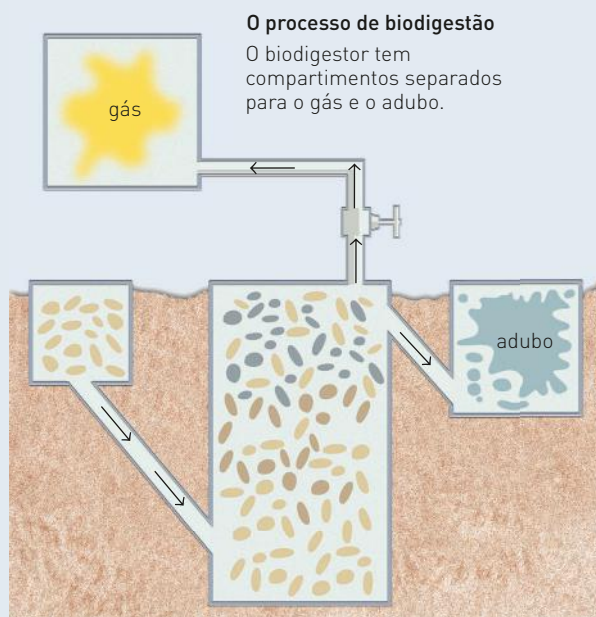
O gás metano é usado para abastecer residências, veículos, o setor industrial e usinas termoeletricas.

Rogério Reis/Tyba



// Outras fontes de obtenção do metano são os aterros sanitários, onde lixo e terra são depositados em camadas sucessivas, propiciando a decomposição anaeróbia do material orgânico. A mistura gasosa assim obtida, rica em CH_4 , é denominada **gasolixo**.

Delfim Martins/Pulsar Imagens



Conceitograf/Arquivo da editora

// A usina termoeletrica Bandeirantes, localizada em São Paulo (SP), usa o metano formado no aterro sanitário de Perus (SP) para produzir 22 megawatts*, energia elétrica suficiente para abastecer uma cidade com cerca de 400 mil habitantes.

Para ser usado em pequenas propriedades rurais, o metano também pode ser produzido a partir de equipamentos chamados **biodigestores**, substituindo o óleo *diesel* para fazer funcionar geradores.

A mistura gasosa obtida nos biodigestores, conhecida como **biogás**, é constituída principalmente de metano e é produzida a partir da degradação bacteriana de restos de animais e vegetais.

* **Megawatt (MW)**: 10^6 W. Watt é a unidade do SI para medir potência; 1 W equivale a 1 joule por segundo (1 J/s).

Fundamentando seus conhecimentos

1. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais e moleculares dos seguintes alcanos:

- a) pentano; c) octano.
b) heptano;

2. Dê o nome dos alcanos:

a)



b)



c) $\text{H}_3\text{C} - (\text{CH}_2)_5 - \text{CH}_3$

3. O gás de cozinha (GLP) é uma mistura de propano e butano. Indique a opção que representa as fórmulas moleculares dos dois compostos orgânicos na ordem em que foram citados.

a) C_3H_6 e C_4H_6 .

b) C_3H_6 e C_4H_8 .

x c) C_3H_8 e C_4H_{10} .

d) C_3H_8 e C_4H_8 .

e) C_3H_8 e C_4H_{12} .

4. Determine o número de átomos de hidrogênio existentes, por molécula, nos alcanos que apresentam:
I. 5 átomos de carbono.
II. 10 átomos de carbono.

5. Um alcano encontrado nas folhas do repolho contém em sua fórmula 64 átomos de hidrogênio. O número de átomos de carbono na fórmula é:

a) 29.

b) 32.

x c) 30.

d) 33.

e) 31.

Banco de imagens/
Arquivo da editora

Alcanos no dia a dia

Apesar de sua baixa reatividade, os alcanos podem afetar o organismo humano.

Quando inalados, no estado de vapor, os alcanos agem como anestésicos. Isso ocorre porque eles afetam a camada protetora das células nervosas, interrompendo a transmissão de impulsos nervosos para o cérebro.

Alcanos líquidos dissolvem as moléculas de lipídios das paredes celulares. Quando em contato com células pulmonares, a degradação das membranas celulares aumenta a retenção de líquidos, causando sintomas semelhantes aos da pneumonia.

Os alcanos líquidos de maior massa molar apresentam propriedades semelhantes às dos óleos naturais que recobrem nossa pele. Por esse motivo, misturas com óleo mineral são usadas para repor os óleos naturais da pele quando esta é submetida ao contato frequente com a água ou com outros solventes.

Na pele, os alcanos líquidos e de menor massa molecular dissolvem os óleos naturais, provocando ressecamento, e o contato frequente pode levar a dermatites.

Fontes: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>; <<http://www.iq.ufrgs.br>>; <<http://www.if.ufrj.br>>; <<http://www.tecnicodepetroleo.ufpr.br>>. Acesso em: 2 maio 2018.



// Quando se manuseiam alcanos, deve-se usar proteção para a pele.

Reflita

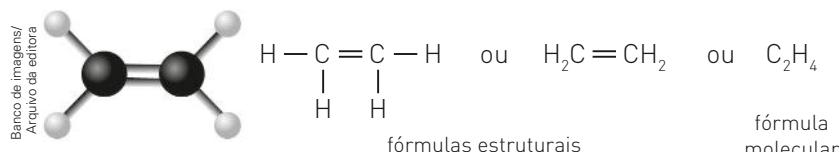
1. Qual o nome das células nervosas que conduzem os impulsos nervosos para o cérebro?
2. Como pode ser justificado o fato de os alcanos líquidos de menor massa molecular dissolverem os óleos naturais da pele quando em contato com ela?
3. Cite dois equipamentos de proteção individual (EPI) que devem ser utilizados ao manipularmos alcanos voláteis.
4. Verifique em um posto de combustível da sua cidade se os trabalhadores usam os equipamentos de proteção individual ao manipularem combustíveis. Se sim, quais equipamentos eles utilizam? Se não, discuta com seus colegas as possíveis razões para isso.

Alquenos, alcenos ou olefinas

São hidrocarbonetos alifáticos insaturados que apresentam **uma dupla-ligação**. O termo **olefinas** vem do latim *oleum* = óleo + *affinis* = afinidade, pois eles originam substâncias com aspecto oleoso.

Veja alguns exemplos.

1º exemplo

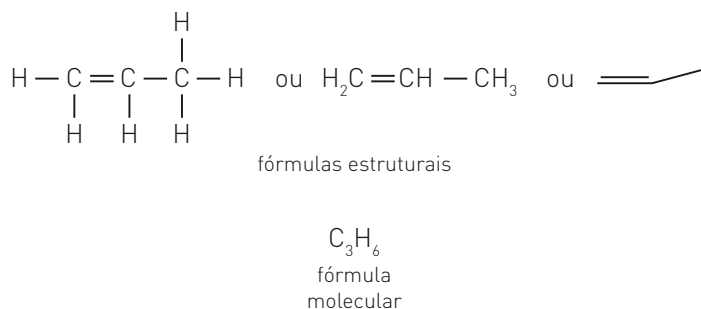


Prefixo	Intermediário	Sufixo
Nº de carbonos	Ligações	Função
2	1 dupla	hidrocarboneto
et	en	o
Nome: eteno		

Os alquenos raramente ocorrem na natureza. O mais comum é o eteno, produzido durante o amadurecimento das frutas.

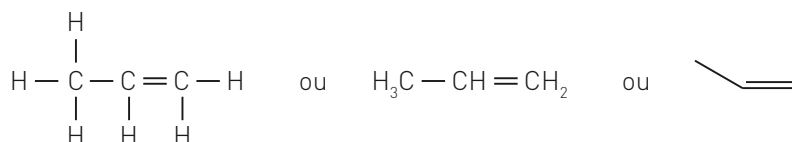
Outro alqueno é o octadeceno, presente no fígado de peixes. Já um dos componentes da casca do limão é um octeno, que, como todo hidrocarboneto, sofre combustão.

2º exemplo



Prefixo	Intermediário	Sufixo
Nº de carbonos	Ligações	Função
3	1 dupla	hidrocarboneto
prop	en	o
Nome: propeno		

O propeno também pode ter sua fórmula estrutural representada das seguintes maneiras:

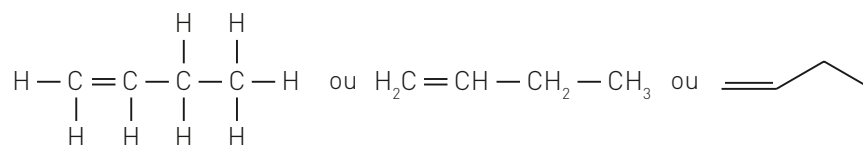


Note que essas representações do propeno coincidem com as anteriores: todas são constituídas de três átomos de carbono unidos entre si por uma ligação simples e uma ligação dupla, sendo que essa última ocupa sempre a mesma posição na cadeia, ou seja, sua extremidade.

Quando um alqueno apresentar quatro ou mais átomos de carbono, sua dupla-ligação, que é característica, pode ocupar diferentes posições na cadeia, originando compostos diferentes. Nesses casos, torna-se necessário indicar a localização da dupla-ligação por meio de um número. Esse número é obtido numerando-se a cadeia a partir da extremidade mais próxima da insaturação (dupla-ligação). O número que indica a posição da dupla-ligação deve ser o **menor possível**. Ele deve vir, no nome do composto, escrito em algarismo arábico e entre o prefixo e o intermediário, separado por hífens.

Veja alguns exemplos.

3º exemplo



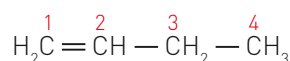
fórmulas estruturais



fórmula molecular

Prefixo	Intermediário	Sufixo
Nº de carbonos	Ligações	Função
4	1 dupla	hidrocarboneto
but	en	o
Nome: buteno		

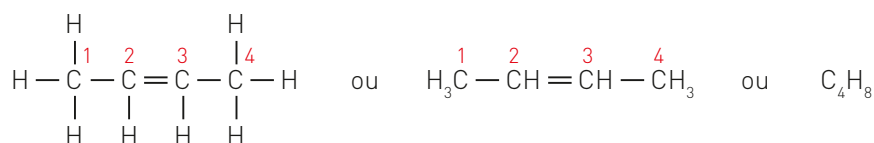
O próximo passo consiste em determinar a posição da dupla-ligação, numerando a cadeia a partir da extremidade mais próxima da insaturação:



Assim, pode-se notar que a dupla-ligação está situada entre os carbonos 1 e 2, mas, no nome do composto, aparece o número 1, por ser ele o menor. Logo, o nome do composto é: but-1-eno.

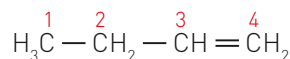
4º exemplo

Existe outro alqueno composto de quatro átomos de carbono, mas que apresenta a dupla-ligação entre os carbonos 2 e 3. Nesse caso, pelo fato de a dupla-ligação estar no centro da cadeia, a numeração pode ser iniciada por qualquer extremidade:

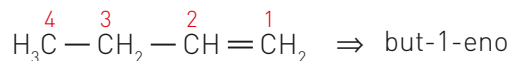


O nome do composto é but-2-eno.

Não existe o but-3-eno. Observe:



A numeração nessa estrutura está **errada**, pois ela deve ser feita a partir da extremidade mais próxima da insaturação. Assim, o correto é:



Os alquenos, assim como os alcanos, apresentam uma fórmula geral que pode ser deduzida a partir dos exemplos dados:

Nome	Fórmula molecular	Nº de C	Nº de H
eteno	C_2H_4	2	4
propeno	C_3H_6	3	6
but-1-eno	C_4H_8	4	8
but-2-eno	C_4H_8	4	8

Em alguns processos seletivos, você pode encontrar: 1-buteno, 2-buteno, 3-hexeno, etc.

Note que o número de hidrogênios é sempre igual ao **dobro** do número de carbonos, ou seja, para **n** carbonos, o número de hidrogênios será **2n**. A **fórmula geral dos alquenos** é, então, dada por:



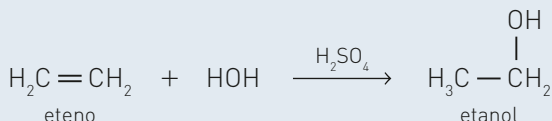
Um alqueno muito importante: o eteno

O **eteno**, ou etileno ($H_2C=CH_2$), é um gás praticamente insolúvel em água (nas condições ambientes), mas bastante solúvel em solventes orgânicos, como o benzeno e o éter.

Industrialmente, ele é obtido pela quebra (*cracking*) de alcanos de cadeias longas e é o mais importante dos compostos orgânicos na indústria química. Considerando todos os compostos usados na indústria, o eteno ocupa a quinta posição, sendo ultrapassado somente por ácido sulfúrico, óxido de cálcio, amônia e gás oxigênio, que são compostos inorgânicos.

A partir do eteno pode-se fabricar um grande número de polímeros (plásticos), que já fazem parte de muitos de nossos hábitos e costumes.

Em algumas situações particulares, o eteno pode ser usado na produção de álcool etílico, também chamado de **etanol** ou **álcool comum**. Esse processo é usado em países com pequena extensão territorial ou com climas não propícios à produção de cana-de-açúcar, que no Brasil, por exemplo, é a matéria-prima do álcool comum. Durante o processo de produção do etanol sem cana-de-açúcar, o eteno reage com a água, produzindo o etanol, de acordo com a seguinte equação:



Eteno é o nome recomendado pela IUPAC; porém é muito comum ele ser denominado etileno.

Entre as inúmeras características do eteno, pode-se citar sua utilização como agente responsável pelo amadurecimento de frutas. Normalmente, as frutas são colhidas ainda verdes, devido a problemas de transporte e armazenamento, e deixadas em grandes armazéns refrigerados. No momento de serem comercializadas, são colocadas em um recinto fechado e tratadas com gás eteno durante certo tempo, de modo que o amadurecimento ocorra mais rapidamente.



→
após
certo tempo



// Mesmo em nível doméstico, pode-se usar essa propriedade do eteno. Quando se quer que uma penca de bananas verdes amadureça rapidamente, deve-se embrulhá-la em papel de jornal ou então colocá-la em um recipiente fechado. Dessa maneira, impede-se que o eteno se disperse no ar, tornando seus efeitos mais intensos.

EXPLORE SEU MUNDO

Para esta atividade, você vai precisar de duas bananas verdes e um saco plástico.

Coloque uma banana dentro do saco e feche-o. Deixe-o sobre um balcão, ao lado de outra banana. Verifique as bananas duas vezes por dia para observar qualquer diferença no processo de amadurecimento.

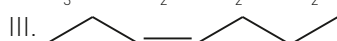
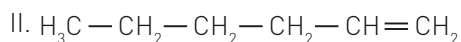
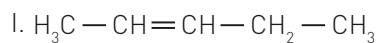
- Qual composto é responsável pelo amadurecimento das bananas?
- Quais são algumas das possíveis razões para qualquer diferença na rapidez do amadurecimento?
- Se desejarmos amadurecer um abacate, que procedimento podemos adotar?
- Se colocarmos, em um mesmo saco plástico, uma banana verde e um abacate verde, verificaremos alguma alteração na rapidez do amadurecimento?

Fundamentando seus conhecimentos

1. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais e moleculares dos seguintes alquenos:

- propeno.
- pent-1-eno.
- hex-2-eno.

2. Dê o nome dos alquenos representados por suas fórmulas estruturais:



3. Dê o nome dos alquenos a seguir, representados por modelos do tipo "pau e bola".

I.



II.



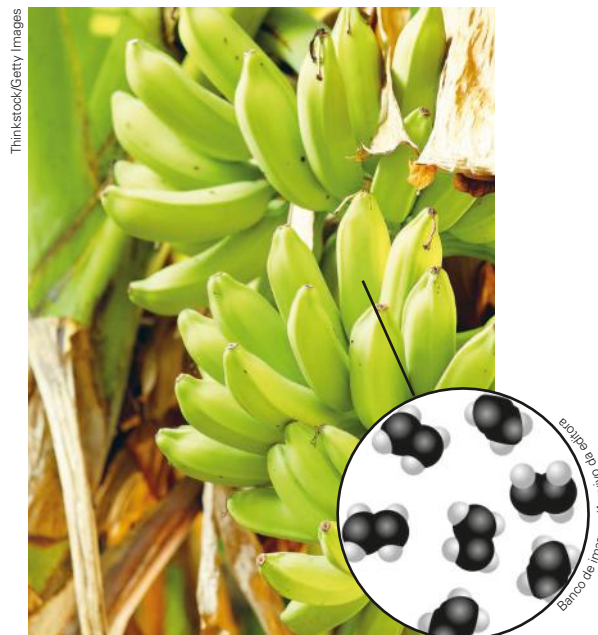
Ilustrações: Banco de imagens/Arquivo da editora

4. Determine o número de átomos de hidrogênio existentes, por molécula, nos alquenos que apresentam:

I. 5 átomos de carbono.

II. 10 átomos de carbono.

A respeito da imagem abaixo, responda às questões **5** e **6**.



5. Escreva em seu caderno a fórmula estrutural plana do composto.

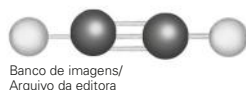
6. Dê os seus nomes oficial e usual.

Alquinos ou alcinos

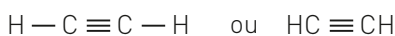
São hidrocarbonetos alifáticos insaturados por **uma tripla ligação**. As regras para estabelecer a nomenclatura dos **alquinos** são as mesmas utilizadas para os alquenos.

Veja alguns exemplos.

1º exemplo



Banco de imagens/
Arquivo da editora



fórmulas estruturais

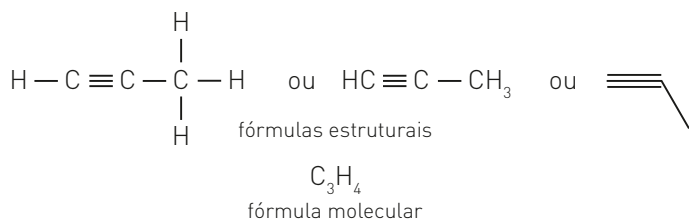


fórmula molecular

Na lanterna de carbureto usada na exploração de cavernas, a chama é o produto da queima do alquino mais simples, o etino, mais conhecido como acetileno.

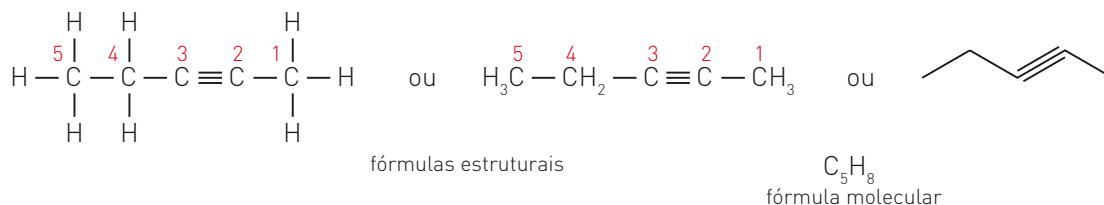
Prefixo	Intermediário	Sufixo
Nº de carbonos	Ligações	Função
2	1 tripla	hidrocarboneto
et	in	o
Nome: etino		

2º exemplo



Prefixo	Intermediário	Sufixo
Nº de carbonos	Ligações	Função
3	1 tripla	hidrocarboneto
prop	in	o
Nome: propino		

3º exemplo

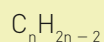


Prefixo		Intermediário	Sufixo
Nº de carbonos	Posição da insaturação	Ligações	Função
5	entre C ₂ e C ₃	1 tripla	hidrocarboneto
pent	2	in	o
Nome: pent-2-ino			

A partir dos exemplos, pode-se deduzir a fórmula geral dos alquinos.

Nome	Fórmula molecular	Nº de C	Nº de H
etino	C_2H_2	2	2
propino	C_3H_4	3	4
pent-2-ino	C_5H_8	5	8

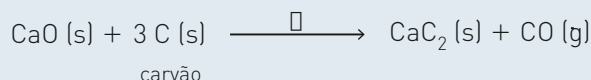
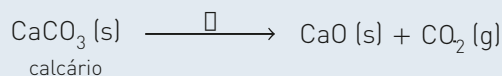
Note que o número de hidrogênios é sempre igual ao **dobro** do número de carbonos diminuído de duas unidades, ou seja, para n carbonos, o número de hidrogênios será $2n - 2$. Assim, a **fórmula geral dos alquinos** é dada por:



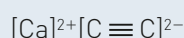
Um alquino muito importante: o acetileno

Acetileno é o nome popularmente empregado para designar o menor e mais importante dos alquinos: o **etino** ($\text{HC} \equiv \text{CH}$), um gás muito pouco solúvel em água e bastante solúvel em solventes orgânicos, como todos os hidrocarbonetos.

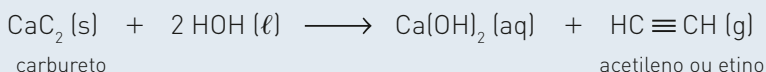
Esse gás é obtido a partir de substâncias abundantes na natureza: carvão (C), calcário (CaCO_3) e água (H_2O), por meio das seguintes reações:



A substância representada pela fórmula $\text{CaC}_2 (\text{s})$ é conhecida como **carbeto de cálcio**, ou simplesmente **carbureto**, e tem cheiro intenso e desagradável. Sua estrutura pode ser representada por:



Em contato com a água, esse composto reage vigorosamente, produzindo o acetileno:



O acetileno tem, como propriedade característica, a capacidade de liberar grandes quantidades de calor durante sua combustão, isto é, durante a reação com oxigênio (O_2).

Por esse motivo, o acetileno é muito usado em processos de solda de metais que exigem temperaturas elevadas. Ainda hoje, mesmo com o aparecimento de lanternas a pilha, ele é muito utilizado também por exploradores de cavernas, nas chamadas **lanternas de carbureto**. Pequenas quantidades de carbureto permitem a obtenção de grandes quantidades do gás acetileno, e assim a lanterna pode funcionar por longos períodos.

O acetileno é uma matéria-prima essencial na síntese de muitos compostos orgânicos importantes, como ácido acético, plásticos e mesmo borrachas sintéticas. Devido ao seu custo, o consumo de acetileno em sínteses orgânicas tem diminuído, sendo atualmente substituído pelo eteno.

Por meio de processos ainda não muito conhecidos, o acetileno também age no amadurecimento de frutas, porém menos eficientemente que o etileno.

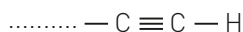


Quando, nos maçaricos de oxietino, o acetileno reage com oxigênio puro, produzindo dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O), a chama obtida pode alcançar a temperatura de 2800°C .

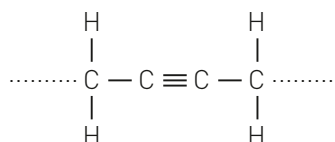
Classificação dos alquinos

Os alquinos podem ser classificados em dois grupos: **verdadeiros** e **falsos**.

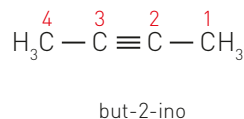
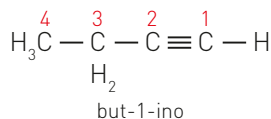
Os **alquinos verdadeiros** têm pelo menos um átomo de hidrogênio ligado diretamente a um dos carbonos que apresentam a tripla ligação:



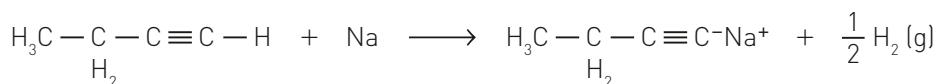
Os **alquinos falsos** não apresentam átomos de hidrogênio ligados aos carbonos da tripla ligação:



A fórmula molecular C_4H_6 pode corresponder a dois alquinos de cadeia normal diferentes – ao but-1-ino ou ao but-2-ino, cujas fórmulas estruturais são:



Pela fórmula estrutural percebe-se que apenas o but-1-ino é um alquino verdadeiro. Para descobrir, experimentalmente, se a tripla ligação está ou não no carbono 1, ou seja, na extremidade da cadeia, pode-se fazer uma reação de diferenciação com sódio (Na). Essa reação ocorre somente com os alquinos verdadeiros, liberando gás hidrogênio. Veja:

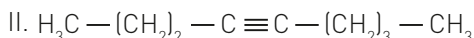
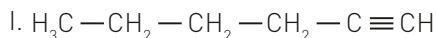


Fundamentando seus conhecimentos

1. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais e moleculares dos seguintes alquinos:

- I. pent-1-ino; II. hex-3-ino.

2. Dê o nome dos alquinos representados por suas fórmulas estruturais:

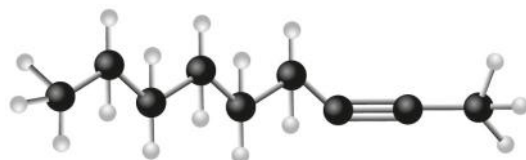


3. Dê o nome dos alquinos a seguir, cujas moléculas estão representadas pelo modelo “pau e bola”.

I.



II.



Ilustrações: Banco de imagens/Arquivo da editora

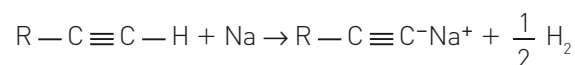
4. Determine o número de átomos de hidrogênio existentes, por molécula, nos alquinos que apresentam:

- I. 5 átomos de carbono;
II. 10 átomos de carbono.

5. Dada a informação:

“Alquinos verdadeiros são aqueles que apresentam pelo menos um átomo de hidrogênio ligado a um dos carbonos da tripla ligação e se diferenciam dos outros alquinos (falsos), por reagirem com sódio, liberando H_2 (g).”

De acordo com o modelo:



Equacione as reações dos seguintes alquinos com o sódio (Na) quando ocorrerem:

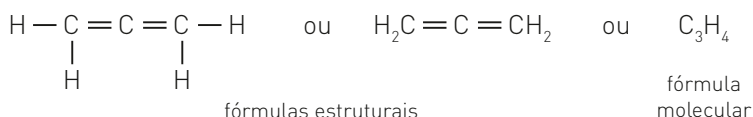
- a) propino.
b) but-1-ino.
c) but-2-ino.

Alcadienos ou dienos

São hidrocarbonetos alifáticos insaturados por **duas duplas-ligações**. A nomenclatura dos alcadienos segue as mesmas regras vistas para os outros hidrocarbonetos insaturados. Nesse caso, como existem duas duplas-ligações na cadeia, seu nome é precedido de dois algarismos, quando necessário.

Veja alguns exemplos.

1º exemplo



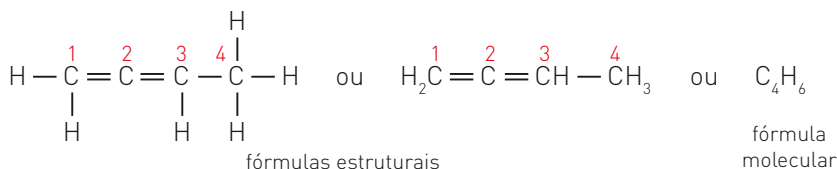
Prefixo: nº de carbonos = 3 $\Rightarrow$ **prop**

Intermediário: ligações características = 2 duplas $\Rightarrow$ **dien**

Sufixo: função = hidrocarboneto $\Rightarrow$ **o**

} propadieno

2º exemplo



Prefixo: nº de carbonos = 4 $\Rightarrow$ **but**

Intermediário: ligações = 2 duplas $\Rightarrow$ **dien**

Sufixo: função = hidrocarboneto $\Rightarrow$ **o**

Localização das insaturações = entre 1 e 2 e entre 2 e 3

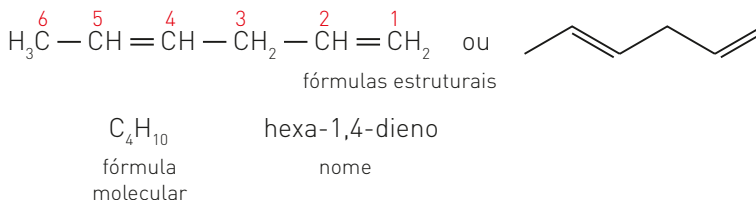
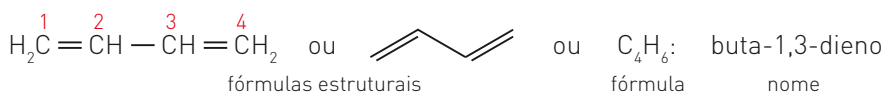
} buta-1,2-dieno

Repare que entre o prefixo e o intermediário foi acrescentada a vogal **a** para que a palavra fosse mais facilmente pronunciada.



A IUPAC recomenda que, quando for necessário usar mais de um número, estes sejam separados por **vírgulas**.

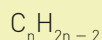
Outros exemplos:



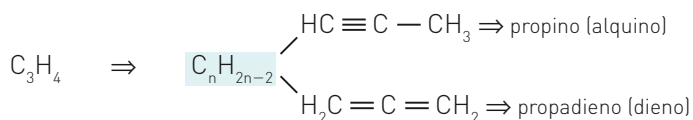
A partir dos exemplos, pode-se determinar a fórmula geral dos alcadienos:

Nome	Fórmula molecular	Nº de C	Nº de H
propadieno	C_3H_4	3	4
buta-1,2-dieno	C_4H_6	4	6
buta-1,3-dieno	C_4H_6	4	6
hexa-1,4-dieno	C_6H_{10}	6	10

Note que o número de hidrogênios é sempre igual ao **dobro** do número de carbonos diminuído de duas unidades, ou seja, para n carbonos, o número de hidrogênios será $2n - 2$. Assim, a **fórmula geral dos dienos** é:



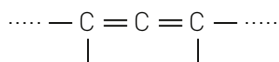
A fórmula geral dos alcadienos é a mesma dos alquinos, o que significa que uma mesma fórmula molecular pode representar duas ou mais substâncias diferentes. Veja um exemplo:



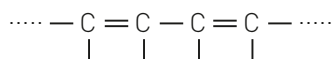
Classificação dos dienos

Os alcadienos podem ser classificados em: **condensados**, **acumulados** ou **geminados**; **conjugados**; e **isolados**.

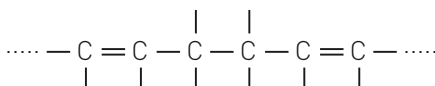
Os **alcadienos condensados** apresentam duas duplas-ligações sequenciais:



Os **alcadienos conjugados** apresentam uma ligação simples entre as duas duplas-ligações:



Os **alcadienos isolados** apresentam pelo menos duas ligações simples entre as duas duplas-ligações:



Alguns dienos importantes

Uma das matérias-primas mais utilizadas para a produção de borrachas artificiais é o buta-1,3-dieno, que é extraído do petróleo.

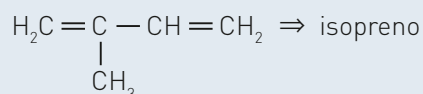


// As borrachas sintéticas são mais resistentes às variações de temperatura que as borrachas naturais.



// Alguns dienos são utilizados para a produção de tintas do tipo látex, que, após a secagem, revestem a superfície pintada com uma película.

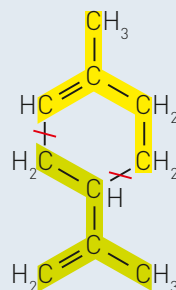
Um dos alcadienos mais comuns em nosso cotidiano são os terpenos, substâncias constituídas pela união de “unidades do isopreno”.



Eles são encontrados nos óleos essenciais, um material volátil que pode ser isolado (extraído) de uma parte de uma planta, por exemplo, das folhas ou das pétalas de uma flor.

Os óleos essenciais são usados principalmente para fabricar perfumes, mas também são utilizados para aromatizar alimentos.

Um dos mais importantes terpenos é o betacaroteno, de cor laranja-avermelhada, presente em quase todas as plantas, sendo a cenoura seu exemplo mais comum. A cadeia do betacaroteno, constituída de 40 carbonos, é transformada, em nosso organismo, em duas moléculas de outro terpeno: a **vitamina A**, essencial para a visão. A carência dessa vitamina no organismo é responsável pela cegueira noturna.

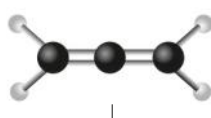


// A partir do óleo de limões, obtém-se o limoneno, formado pela união de duas unidades do isopreno, formando um anel. Essa substância é responsável pelo aroma característico dos limões.

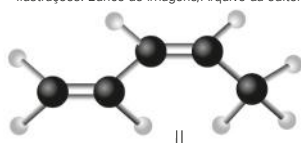
Fundamentando seus conhecimentos

1. Observe as ilustrações e dê o nome dos compostos representados.

Ilustrações: Banco de imagens/Arquivo da editora



I

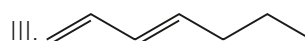
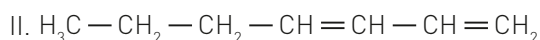
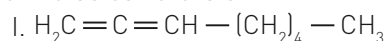


II

2. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais e moleculares dos seguintes alcadienos:

- I. buta-1,2-dieno;
II. penta-1,3-dieno.

3. Dê o nome dos dienos representados por suas fórmulas estruturais:





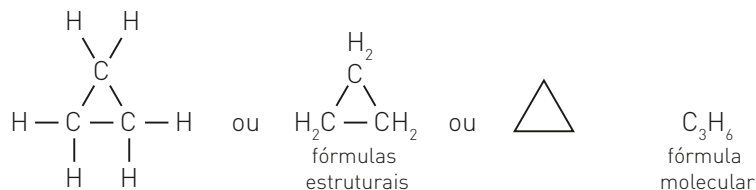
ArtBox Images RM/Glow Wellness/Getty Images

// O cicloalcano mais simples é um potente anestésico: ciclopropano.

Cicloalcanos, ciclanos ou cicloparafinas

São hidrocarbonetos cíclicos saturados, ou seja, sua estrutura apresenta uma cadeia fechada apenas com simples ligações. Sua nomenclatura segue as mesmas regras utilizadas para os alcanos, sendo precedida pela palavra **ciclo**, que indica a existência de cadeia fechada.

Veja o exemplo:

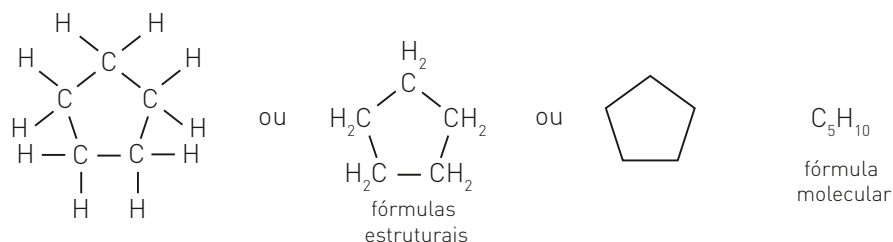


Prefixo: nº de carbonos = 3 $\Rightarrow$ **prop**
Intermediário: ligações = só simples $\Rightarrow$ **an** } **ciclopropano**
Sufixo: função = hidrocarboneto $\Rightarrow$ **o**

A partir do nome de um ciclano, é possível determinar suas fórmulas estrutural e molecular.

Veja o exemplo:

cadeia fechada $\rightarrow$ **CICLOPENTANO** $\leftarrow$ somente C e H
 5 C $\leftarrow$ ligações simples

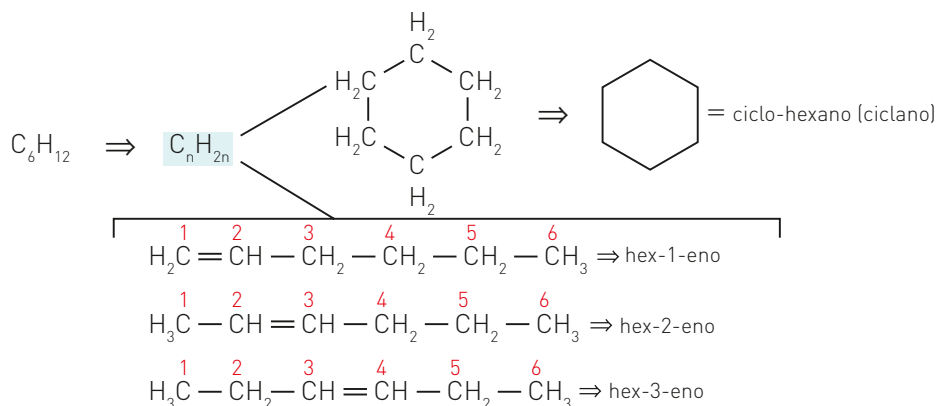


Por meio dos exemplos, pode-se deduzir a fórmula geral para os cicloalcanos:

Nome	Fórmula molecular	Nº de C	Nº de H
ciclopropano	C_3H_6	3	6
ciclopentano	C_5H_{10}	5	10

Note que o número de hidrogênios é sempre igual ao **dobro** do número de carbonos, ou seja, para n carbonos, o número de hidrogênios será 2n. Assim, a **fórmula geral dos cicloalcanos** é C_nH_{2n} .

Essa fórmula geral é igual à dos alkenos e pode representar, então, mais de uma substância. Veja o exemplo:

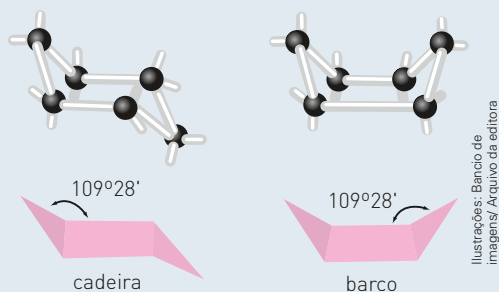


Um cicloalcano: ciclo-hexano

Diferentemente dos cicloalcanos menores, que apresentam os átomos de carbono em um mesmo plano, o ciclo-hexano apresenta duas estruturas espaciais interconversíveis, que possuem ângulos de $109^{\circ}28'$ entre os carbonos.

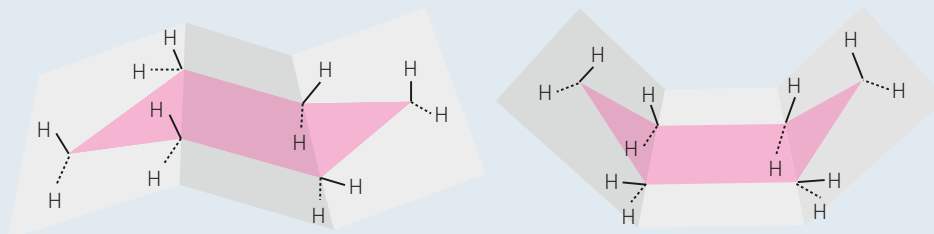
 CORES FANTASIA

 AUSÊNCIA DE PROPORÇÃO



// A conformação **cadeira** é mais estável por apresentar maior distância entre os ligantes dos carbonos das extremidades.

Nas duas conformações, os planos dos anéis dividem o espaço em dois semiespaços: o **superior** e o **inferior**. Como há dois hidrogênios ligados a cada carbono, um deles ocupa o semiespaço superior e o outro, o inferior.



// Nessas representações, os átomos de hidrogênio que têm suas ligações indicadas por traços cheios (—) estão no semiespaço superior, enquanto os demais hidrogênios estão situados no inferior.

O ciclo-hexano possui várias aplicações na indústria. Uma das mais frequentes é a produção de alguns tipos de náilon. Também é usado como solvente industrial, extrator de óleos essenciais e óleos vegetais (soja, canola, etc.) e na formulação de fungicidas.

// O náilon é produzido na forma de fios e, depois de tecido, tem muitas utilizações, como no vestuário, em artigos esportivos, etc.



Será que existe um composto cíclico com mais de sete carbonos que seja plano?

Fundamentando seus conhecimentos

Observe as ilustrações e responda às questões 1 a 3.

I.

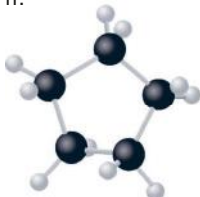


III.

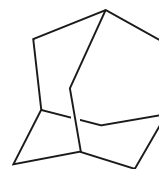


Ilustrações: Banco de Imagens/Arquivo da editora

II.

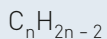


1. Dê o nome dos compostos.
2. Escreva em seu caderno suas fórmulas estruturais planas.
3. Escreva em seu caderno suas fórmulas moleculares.
4. Observe a estrutura do adamantano, reproduzida ao lado. Em relação a essa estrutura, todas as alternativas estão corretas, *exceto*:
 - a) Contém átomos de carbono secundário.
 - b) Contém átomos de carbono terciário.
 - ☒ c) Apresenta cadeia aromática.
 - d) É um hidrocarboneto saturado policíclico.
 - e) Tem fórmula molecular $C_{10}H_{16}$.



Cicloalquenos, cicloalcenos, ciclenos ou ciclolefinas

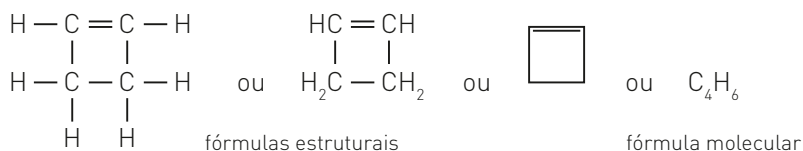
Como nas demais classes de hidrocarbonetos, pode-se determinar a fórmula geral dos cicloalquenos pela comparação entre os números de hidrogênios e de carbonos presentes na estrutura do composto. Assim, a fórmula geral dos cicloalquenos é:



Os cicloalquenos apresentam a mesma fórmula geral dos alquinos e dos alcadienos.

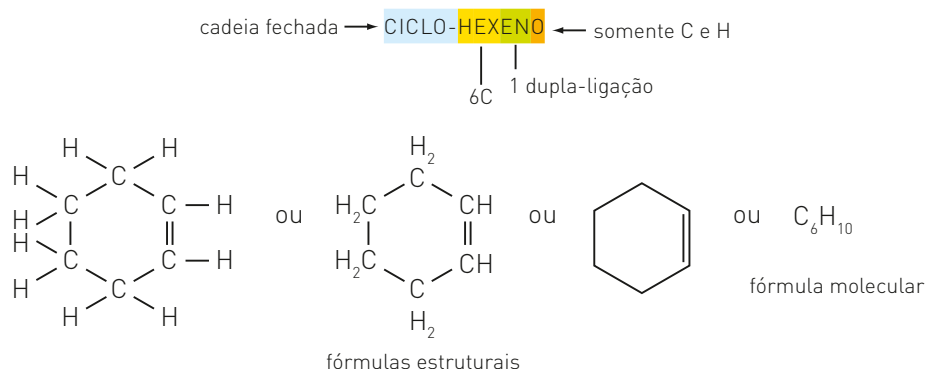
São hidrocarbonetos cíclicos insaturados por **uma dupla-ligação**. Para estabelecer sua nomenclatura, seguem-se as mesmas regras utilizadas para os cicloalcanos. Desde que não haja ramificações nos cicloalquenos, não é necessário indicar a posição da insaturação, pois, qualquer que seja a posição em que for representada a dupla-ligação, o composto sempre será o mesmo.

Veja um exemplo:



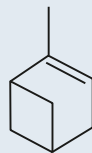
Prefixo: nº de carbonos = 4 $\Rightarrow$ **but**
Intermediário: ligações características $\Rightarrow$ **en**
Sufixo: função = hidrocarboneto $\Rightarrow$ **o** } **ciclobuteno**

A partir da nomenclatura, é possível determinar as fórmulas estrutural e molecular:



Dois cicloalquenos

Vários cicloalquenos são componentes de óleos essenciais e apresentam aromas muito apreciados. Um deles é o pineno, cuja estrutura aparece ao lado da fotografia, que faz parte do princípio ativo do alecrim.



Thinkstock/Getty Images

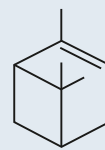
// O alecrim foi usado na Antiguidade pelos gregos e pelos romanos. No século XVI, era uma planta obrigatória em qualquer jardim medicinal, principalmente nos mosteiros e conventos, que na época eram utilizados também como hospitais.

Hoje, o alecrim é utilizado em tratamentos fitoterápicos, sempre com orientação médica, para combater o *stress* e em casos de falta de apetite e de distúrbios intestinais. Também é empregado como anticapa e contra a queda de cabelo. Deve ser usado em pequenas doses quando administrado por via oral e não deve ser ingerido por gestantes.

O componente principal do óleo de terebintina, um excelente solvente para tintas à base de óleo, é o cicloalceno alfafineno, obtido por destilação da resina liberada por várias espécies de coníferas e de alguns pinheiros.



Vladimir Godnik/Corbis/LatinStock

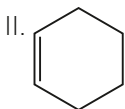


// O óleo de terebintina é utilizado por pintores para preparar as tintas e limpar os pincéis.

Fundamentando seus conhecimentos

1. Dê o nome ou a fórmula estrutural dos seguintes cicloalquenos:

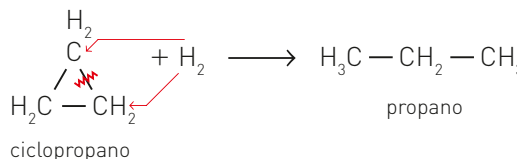
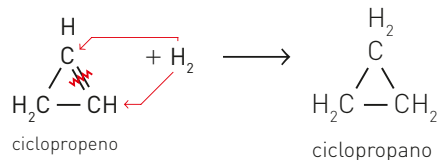
I. ciclopenteno.



A respeito do ciclobuteno, responda às questões 2 e 3.

2. Qual é a fórmula mínima desse cicloalqueno?
3. Quantos átomos de hidrogênio seriam necessários para transformar uma molécula de ciclobuteno em uma molécula de ciclobutano?
4. Os cicloalquenos, ao reagirem com gás hidrogênio (H_2), originam ciclanos. Os ciclanos com 3 e 4 car-

bonos reagem com o gás hidrogênio (H_2), originando os alcanos correspondentes. Veja as duas etapas mencionadas, usando-se o ciclopropeno como exemplo:



De acordo com as informações, equacione as reações para a obtenção do butano.

Aromáticos

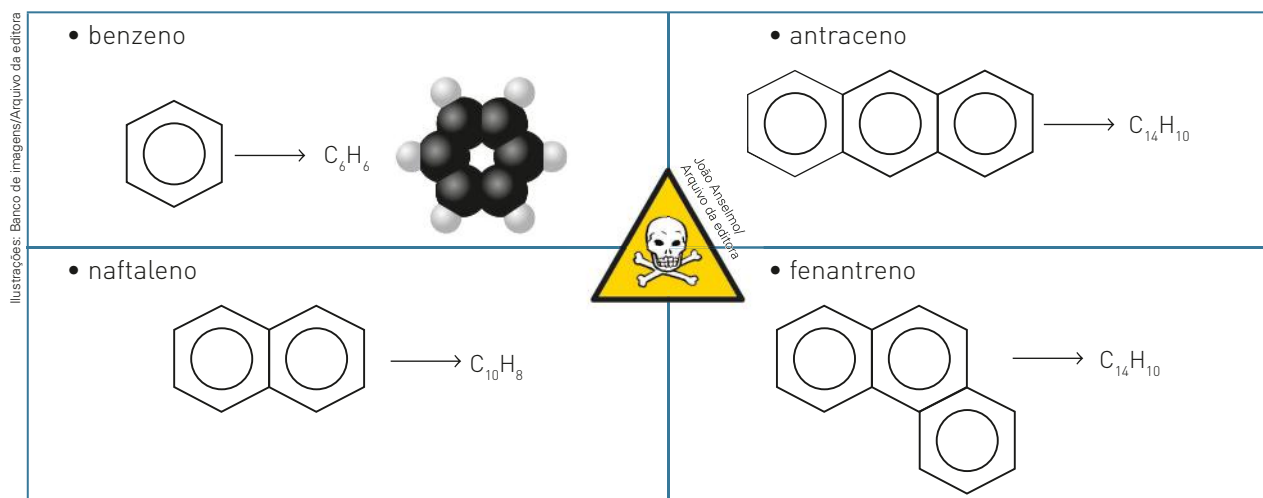
São hidrocarbonetos que apresentam pelo menos um anel benzênico, ou aromático, em sua estrutura e nos quais é verificado o fenômeno da ressonância.

Os compostos aromáticos têm uma nomenclatura particular, que não segue as regras utilizadas na nomenclatura dos outros hidrocarbonetos. Além disso, não existe uma fórmula geral para todos os aromáticos.



// Os pigmentos utilizados nos tecidos são derivados de aromáticos, principalmente de benzeno e antraceno.

Os principais hidrocarbonetos aromáticos não ramificados são:

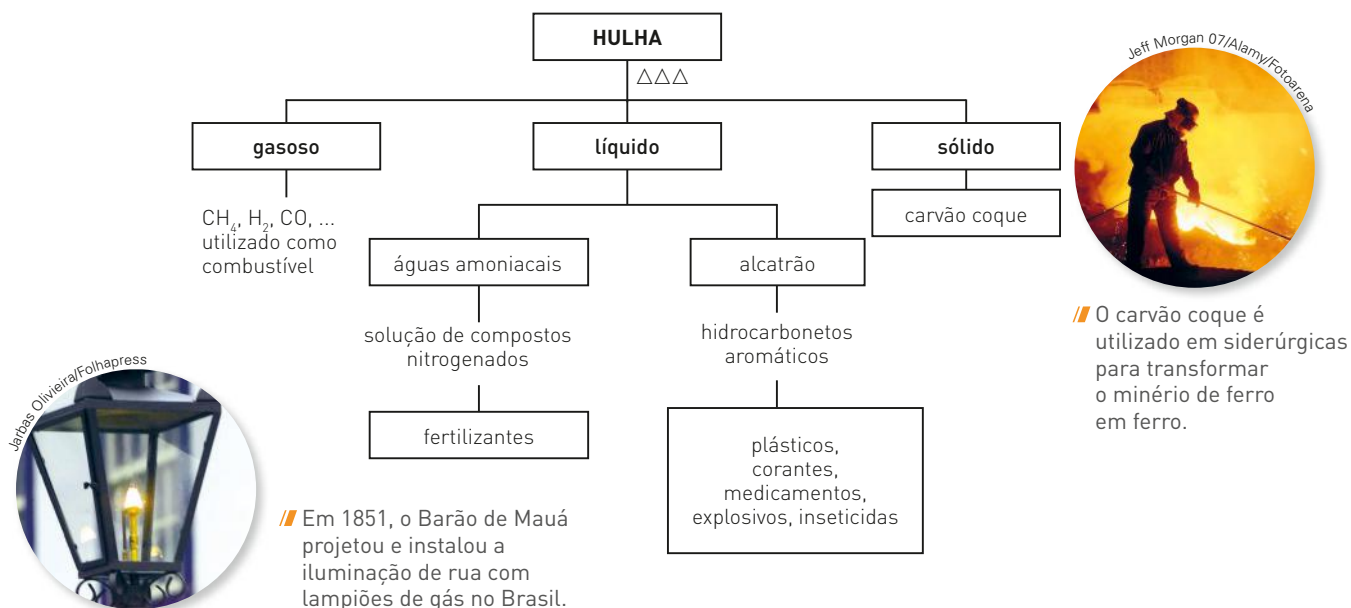


Principal fonte de hidrocarbonetos aromáticos

Antigamente, os hidrocarbonetos aromáticos eram obtidos a partir do carvão mineral ou carvão de pedra, também chamado de **hulha**, que teve sua origem no material oriundo de plantas depositadas em pântanos. Esse material foi excluído do contato com o oxigênio por uma cobertura de lama e de restos de rochas antes que bactérias aeróbias (que usam oxigênio) o convertessem em gás carbônico e água por meio de fermentação. Sua decomposição parcial, feita por bactérias anaeróbias, permitiu a formação de outro material, conhecido como **turfa**. A lenta transformação da turfa, associada à ação de pressão e temperatura elevadas, deu origem à lignita, aos carvões betuminosos e aos antracitos, que em geral são denominados **carvões**. As reservas mundiais de carvão são maiores do que as de qualquer outro material combustível fóssil.

// O carvão mineral é geralmente extraído em regiões profundas, por meio de galerias. Devido à liberação do metano, contido nos interstícios do carvão, são frequentes as explosões no interior dessas minas.

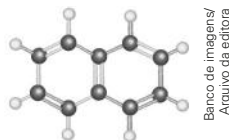
O carvão mineral (carvão de pedra, hulha) passa por um processo denominado **destilação degradativa** na ausência de oxigênio, que pode ser resumido pelo seguinte esquema:



Apesar de a produção de alcatrão de hulha ser grande, a demanda atual de alguns hidrocarbonetos aromáticos excede em muito o suprimento obtido a partir dessa fonte; assim, o petróleo acabou por se tornar a principal fonte de hidrocarbonetos aromáticos.

Fundamentando seus conhecimentos

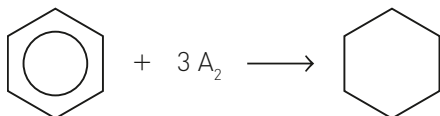
As ilustrações abaixo representam dois compostos aromáticos.



Banco de imagens/
Arquivo da editora

A seu respeito, responda às questões 1 a 4.

1. Dê os seus nomes.
2. Escreva suas fórmulas estruturais planas.
3. Escreva suas fórmulas moleculares.
4. Escreva suas fórmulas mínimas.
5. O benzeno pode ser transformado em ciclo-hexano segundo a equação:



Dê o nome do gás (A₂) representado na equação.

6. Cite um componente que pode ser obtido a partir da destilação degradativa da hulha.
7. Indique uma utilização do carvão coque.
8. As indústrias de adubos e fertilizantes utilizam qual fração obtida a partir da hulha?
9. Indique o tipo de hidrocarboneto predominante no alcatrão da hulha.
10. Os componentes do gás encanado ou gás de iluminação (CH₄, H₂, CO) não apresentam cheiro; porém, quando esse gás chega a sua casa, ele apresenta odor desagradável, devido à adição de substâncias denominadas *mercaptanas*. Com qual finalidade essas substâncias são adicionadas à mistura do gás encanado? Entre os compostos que constituem essa mistura gasosa, qual deles pode causar morte ou intoxicação se aspirado, mesmo em concentrações relativamente baixas?

Alcanos

1. (Fatec-SP) O gás liquefeito de petróleo, GLP, é uma mistura de propano, C_3H_8 , e butano, C_4H_{10} . Logo, esse gás é uma mistura de hidrocarbonetos da classe dos:

☒ a) alcanos. ☐ d) cicloalcanos.
☐ b) alcenos. ☐ e) cicloalcenos.
☐ c) alcinos.

2. (Uerj) Em grandes depósitos de lixo, vários gases são queimados continuamente. A molécula do principal gás que sofre essa queima é formada por átomos de carbono e átomos de hidrogênio. Dados: massas atômicas: C = 12; H = 1.

A massa molar desse gás, em unidades de massa atômica, é igual a:

a) 10. ☐ c) 14.
b) 12. ☒ d) 16.

3. Leia a notícia abaixo para responder às questões:

Emissões de gases estufa por gado são 11% maiores do que o estimado anteriormente [...]. Estas emissões estão vinculadas ao fenômeno de fermentação durante o processo de digestão dos ruminantes, mas também ao tratamento e ao armazenamento de esterco [...].

Fonte: Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/ciencia/ultimas-noticias/afp/2017/09/28/emissoes-de-metano-de-gado-sao-maiores-que-o-previsto.htm>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

Um dos principais gases estufa liberado pelo gado também é denominado de gás natural. Esse gás apresenta um potencial de retenção de calor muito superior ao gás carbônico. O principal componente do gás natural é:

☒ a) metano.
☐ b) butano.
☐ c) dióxido de carbono.
☐ d) acetileno.

4. Leia o texto abaixo:

A General Motors começará a vender um sedã de porte médio no próximo verão que poderá ser movido a gasolina ou gás natural comprimido, afirmou o presidente-executivo da montadora norte-americana nesta quarta-feira.

O modelo 2015 do Chevrolet Impala, primeiro carro da GM movido a gás natural, contará com um motor que funcionará com gás natural ou

gasolina, com uma autonomia de cerca de 800 quilômetros (...).

Fonte: Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/estilo-de-vida/gm-ira-vender-carros-movidos-a-gasolina-ou-gas-natural-em-2014/>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

Com base no texto, responda às questões a seguir:

- a) A qual gás o texto se refere? Dê sua fórmula estrutural.
b) Cite duas vantagens do uso desse gás quando comparado a outros combustíveis, como a gasolina e o álcool.

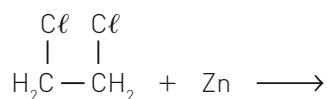
Alquenos

5. (ITA-SP) Embrulhar frutas verdes em papel-jornal favorece o seu processo de amadurecimento devido ao acúmulo de um composto gasoso produzido pelas frutas.

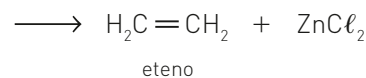
Assinale a opção que indica o composto responsável por esse fenômeno.

☒ a) Eteno.
☐ b) Metano.
☐ c) Dióxido de carbono.
☐ d) Monóxido de carbono.
☐ e) Amônia.

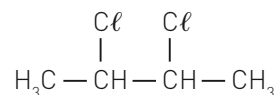
6. Um modo de obter alquenos é reagir um composto que contenha halogênios com zinco metálico:



1,2-dicloropropano

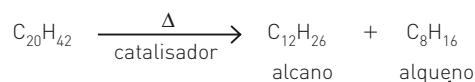


Equacione a reação entre 2,3-diclorobutano

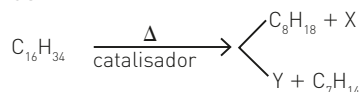


e zinco metálico, indicando o nome do produto orgânico.

7. Industrialmente, os alquenos são obtidos a partir da quebra de alcanos de cadeias longas obtidos do petróleo, um processo denominado *cracking*. Veja um exemplo:



Se partirmos de $C_{16}H_{34}$, poderemos obter vários produtos:



Escreva em seu caderno as fórmulas moleculares de X e Y e um provável nome de ambos.

Alquinos

8. (Fatec-SP) No modelo da foto ao lado, os átomos de carbono estão representados por esferas pretas e os de hidrogênio, por esferas brancas. As hastes representam ligações químicas covalentes, sendo que cada haste corresponde ao compartilhamento de um par de elétrons.

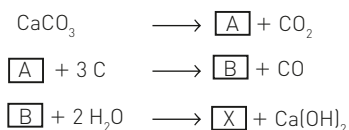


O modelo em questão está, portanto, representando a molécula de

- ☒ a) etino. c) etano. e) butano.
☐ b) eteno. d) but-2-ino.

9. A obtenção do acetileno é feita a partir de calcário, carvão e água.

As reações envolvidas estão representadas a seguir:



Escreva em seu caderno as fórmulas de A, B e X.

10. (PUC-SP) O acetileno (C_2H_2) pode ser obtido facilmente partindo-se do carbeto de cálcio (CaC_2) e de água, utilizando-se o aparelho esquematizado ao lado.



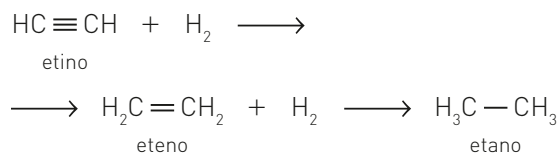
A respeito desse processo, foram feitas as seguintes afirmações:

- I. A reação ocorrida é $CaC_2 + 2H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$.
- II. No funil de separação, deve-se colocar água.
- III. No erlenmeyer, deve-se colocar o carbeto de cálcio.
- IV. No início do processo, a cuba e o cilindro devem estar cheios de água.
- V. O volume de C_2H_2 liberado depende da massa de CaC_2 que reagiu.

Das afirmações feitas, são corretas:

- ☒ a) I, II, III, IV e V.
☐ b) somente I, II, III e IV.
☐ c) somente II, IV e V.
☐ d) somente II, III, IV e V.
☐ e) somente III, IV e V.

11. A partir de alquinos, podemos obter alquenos e alcanos por meio de um processo denominado hidrogenação:



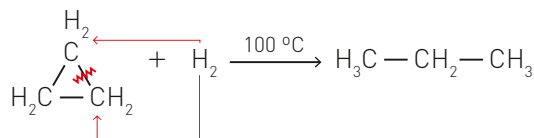
Indique os produtos que obteremos se utilizarmos o pent-2-ino.

Alcadienos

12. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais planas de quatro pentadienos de cadeia linear.
13. Dê o nome dos pentadienos obtidos no exercício anterior.

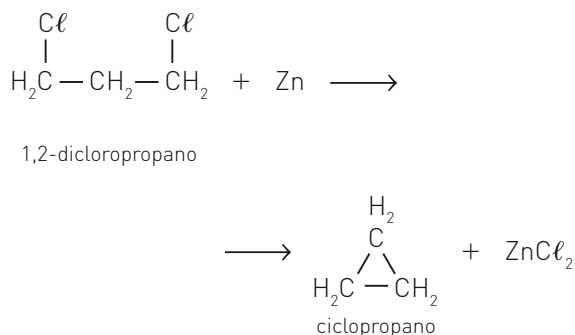
Cicloalcanos

14. Represente as figuras geométricas que correspondem aos ciclos propano, butano e pentano.
15. Indique o valor dos ângulos internos em cada uma das figuras do exercício anterior.
16. Considere a reação a seguir:



Sabendo que o ciclobutano reage da mesma maneira, escreva em seu caderno a reação entre o ciclobutano e o hidrogênio. Dê o nome do produto formado.

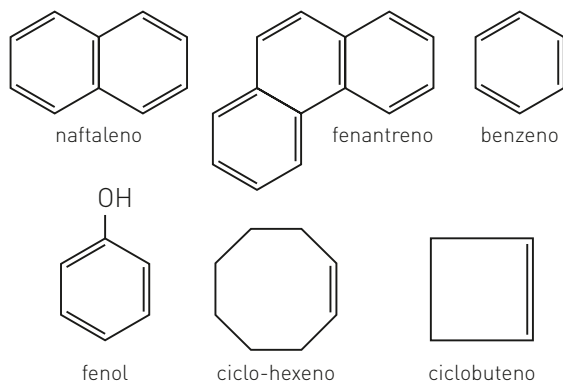
17. Os ciclanos podem ser obtidos a partir da reação entre o zinco (Zn) e compostos derivados de alcanos que contenham dois átomos de halogênios. A equação a seguir indica a obtenção do ciclopropano:



Tomando como base as informações fornecidas, equacione a reação entre o 1,5-dicloropentano e o zinco, indicando o nome do produto orgânico obtido.

Aromáticos

18. (UFPE) Segundo as estruturas dos compostos descritos a seguir, quais deles não são aromáticos?

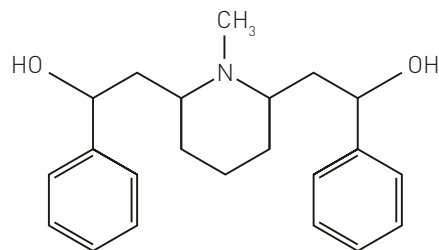


- a) Naftaleno e fenantreno.
 ✗ b) Ciclo-hexeno e ciclobuteno.
 c) Benzeno e fenantreno.
 d) Ciclobuteno e fenol.
 e) Ciclo-hexeno e benzeno.

19. (UFRGS-RS) Em 1893, a síntese da alizarina, corante azulado conhecido como anil, trouxe ao alcatrão da hulha, até então considerado como resíduo indesejável de indústrias de aço, grande importância como fonte de compostos orgânicos. A importância do alcatrão da hulha na química orgânica deve-se ao fato de ser constituído principalmente de substância com cadeia carbônica do mesmo tipo que a do:

- a) hexano. d) propeno.
 b) ciclo-hexano. ✗ e) naftaleno.
 c) éter etílico.

20. (Unifor-CE) O composto representado pela fórmula



tem molécula com

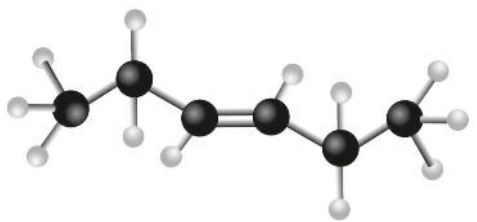
- I. 3 anéis aromáticos.
 II. 22 átomos de carbono.
 III. 29 átomos de hidrogênio.

Está correto o que se afirma somente em:

- a) I. c) III. ✗ e) II e III.
 b) II. d) I e III.

Desafiando seus conhecimentos

Observe a estrutura a seguir e responda às questões 1 a 4.

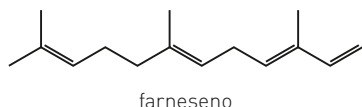


Banco de imagens/Arquivo da editora

- Dê quatro classificações para a cadeia.
- Dê o nome oficial para o composto.

- Escreva em seu caderno suas fórmulas molecular e mínima.
- A hidrogenação do composto irá produzir um alcano. Dê o nome desse alcano.
- (UFRGS-RS) A levedura *Saccharomyces cerevisiae* é responsável por transformar o caldo de cana em etanol. Modificações genéticas permitem que esse micro-organismo secrete uma substância chamada farneseno, em vez de etanol. O processo produz, então, um combustível derivado da cana-de-açúcar, com todas as propriedades

essenciais do *diesel* de petróleo, com as vantagens de ser renovável e não conter enxofre.



Considere as seguintes afirmações a respeito do farneseno.

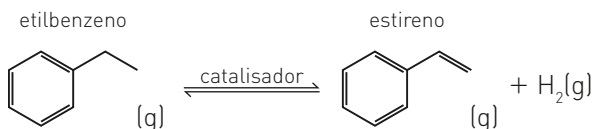
- I. A fórmula molecular do farneseno é $C_{16}H_{24}$.
- II. O farneseno é um hidrocarboneto acíclico insaturado.
- III. O farneseno apresenta apenas um único carbono secundário.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.
- d) Apenas I e II.
- e) I, II e III.

6. (Vunesp-SP) Leia o texto para responder à questão a seguir.

O estireno, matéria-prima indispensável para a produção do poliestireno, é obtido industrialmente pela desidrogenação catalítica do etilbenzeno, que se dá por meio do seguinte equilíbrio químico:



$$\Delta H = 121 \text{ kJ/mol}$$

O etilbenzeno e o estireno:

- a) são hidrocarbonetos aromáticos.
- b) apresentam átomos de carbono quaternário.
- c) são isômeros funcionais.
- d) apresentam átomos de carbono assimétrico.
- e) são isômeros de cadeia.

7. (Uema)

Diversos produtos tão comuns em nosso dia a dia são obtidos a partir de alcenos, hidrocarbonetos de cadeia aberta que contêm uma dupla ligação com fórmula geral C_nH_{2n} , por exemplo: plásticos, tecidos sintéticos, corantes e, até mesmo, explosivos. O eteno costuma ser utilizado como anestésico em intervenções cirúrgicas e no amadurecimento de frutas, mostrando que eles têm importâncias estratégicas para diferentes atividades humanas.

Fonte: Disponível em: <www.brasile Escola.com/quimica/alcenos.htm>. Acesso em: 12 set. 2014.

Escreva a fórmula estrutural e nomeie, oficialmente, o terceiro composto da série desse hidrocarboneto.

8. (Enem) Há estudos que apontam razões econômicas e ambientais para que o gás natural possa vir a tornar-se, ao longo deste século, a principal fonte de energia em lugar do petróleo. Justifica-se essa previsão, entre outros motivos, porque o gás natural
- a) além de muito abundante na natureza é um combustível renovável.

- b) tem novas jazidas sendo exploradas e é menos poluente que o petróleo.
- c) vem sendo produzido com sucesso a partir do carvão mineral.
- d) pode ser renovado em escala de tempo muito inferior à do petróleo.
- e) não produz CO_2 em sua queima, impedindo o efeito estufa.

9. (Enem) O potencial brasileiro para transformar lixo em energia permanece subutilizado — apenas pequena parte dos resíduos brasileiros é utilizada para gerar energia. Contudo, bons exemplos são os aterros sanitários, que utilizam a principal fonte de energia ali produzida. Alguns aterros vendem créditos de carbono com base no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), do Protocolo de Kyoto.

Essa fonte de energia subutilizada, citada no texto, é o

- a) etanol, obtido a partir da decomposição da matéria orgânica por bactérias.
- b) gás natural, formado pela ação de fungos decompositores da matéria orgânica.
- c) óleo de xisto, obtido pela decomposição da matéria orgânica pelas bactérias anaeróbias.
- d) gás metano, obtido pela atividade de bactérias anaeróbias na decomposição da matéria orgânica.
- e) gás liquefeito de petróleo, obtido pela decomposição de vegetais presentes nos restos de comida.

10. (UPE) A formulação de um determinado produto comercial contém, em massa, 58% de solvente e 40% de uma mistura gasosa formada por $CH_3(CH_2)_2CH_3$, $(CH_3)_2CHCH_3$ e $CH_3CH_2CH_3$, numa proporção de 65%, 15% e 20%, respectivamente. Qual alternativa apresenta o produto que atende à descrição acima?

- a) Desodorante aerossol.
- b) Extintor de incêndio.
- c) Gás de cozinha.
- d) Gás natural veicular – GNV.
- e) Gás refrigerante de geladeira.

11. (ITA-SP) Desenhe a fórmula estrutural (IUPAC) das seguintes espécies químicas aromáticas.
- a) Naftaleno c) Antraceno
b) Fenantreno d) Benzeno

Enunciado para responder às questões 12 a 14.



O Grito de Satanás nas Melancias in “Zé Limeira, Poeta do Absurdo”

Orlando Tejo

Possantes candeeiros a carbureto iluminam a sala espaçosa pintada a óleo, refletindo a luz forte nas lentes escuras que protegem os grandes olhos firmes do poeta, sob as grossas pestanas negras.

12. (UFRJ) Nas lanternas a carbureto, ocorre a reação entre o carbeto de cálcio ou carbureto (CaC_2) e a água, gerando hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2) e gás acetileno (etino), que queima produzindo uma luz intensa.

Escreva em seu caderno a equação balanceada da reação de carbeto de cálcio com água.

13. (UFRJ) Após o uso de uma lanterna a carbureto, removeram-se 7,4 g da base resultante da reação do carbeto de cálcio com a água.

Determine o volume de uma solução aquosa, que contém 1 mol/L de HCl , necessário para reagir totalmente com essa quantidade de base.

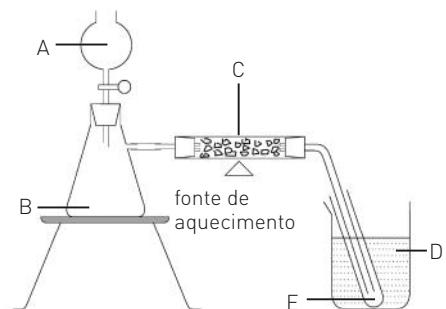
14. (UFRJ) Em duas lanternas idênticas, carregadas com a mesma massa de carbureto, goteja-se água, na mesma vazão, sobre o carbureto. Na lanterna I, o carbureto encontra-se na forma de pedras e, na lanterna II, finamente granulado.

- a) Indique qual das lanternas apresentará a chama mais intensa.
b) Indique qual delas se apagará primeiro. Justifique sua resposta, com base em seus conhecimentos de cinética química.

15. (ITA-SP) Uma amostra gasosa é formada por um dos seguintes gases: CH_4 ; C_2H_6 ; C_3H_8 ; C_4H_{10} . Se a massa de 22 g desse gás ocupa um volume de 24,6 L à pressão de 0,5 atm e à temperatura de 27 °C, qual dos gases deve ser o constituinte da amostra? (Massas atômicas: C = 12, H = 1 e $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$)

- a) CH_4 b) C_2H_6 ☒ c) C_3H_8 d) C_4H_{10}

16. (Fuvest-SP) A aparelhagem, representada na figura, permite produzir acetileno (etino), a partir de carbeto de cálcio (CaC_2), por reação com água, utilizando-se, em seguida, o acetileno para produzir o benzeno. Essa última reação ocorre usando-se ferro como catalisador, sob aquecimento.



- a) A primeira etapa desse processo consiste na reação de carbeto de cálcio com água. Escreva a equação química balanceada que representa essa transformação.
b) A segunda etapa desse processo consiste na transformação catalisada de acetileno em benzeno. Escreva a equação química balanceada dessa reação.
c) Para a produção de benzeno, a partir de carbeto de cálcio, utilizando a aparelhagem acima, que substâncias devem ser colocadas, quais se formam ou são recolhidas nas partes A, B, C, D e E da figura? Responda, preenchendo a tabela.

	Partes da aparelhagem	
Substâncias colocadas inicialmente em	A	
	B	
	C	
	D	
Substâncias formadas ou recolhidas em	B	
	C	
	E	

Dados: estados físicos nas condições ambientes
acetileno: gás benzeno: líquido

17. (Vunesp-SP) Em um experimento de combustão, 3,69 g de um hidrocarboneto formaram 11,7 g de dióxido de carbono e 4,50 g de água. Considerando as massas molares ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$), H = 1, C = 12 e O = 16, podemos afirmar que a fórmula mínima e a classificação do hidrocarboneto são, respectivamente:

- a) CH e alceno. d) C_3H_4 e alcino.
☒ b) CH_2 e alceno. e) C_3H_4 e cicloalceno.
c) CH_3 e alceno.

Grupos orgânicos substituintes e radicais

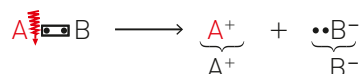
Cisão de ligações

A ligação covalente é o tipo de ligação mais frequentemente encontrado na Química Orgânica. Lembre-se de que a ligação covalente simples é constituída de um par de elétrons compartilhado por dois átomos. Considere, por exemplo, uma molécula AB:



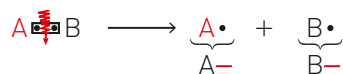
A ligação entre esses átomos pode ser rompida pelo fornecimento de energia. Essa cisão, dependendo da quantidade de energia, pode ocorrer basicamente de duas maneiras diferentes:

- a) **Cisão heterolítica (heterólise)** — na quebra da ligação, o par de elétrons da ligação permanece com um dos átomos.



Nesse exemplo, o átomo A perde um elétron, enquanto o átomo B ganha um elétron, formando entidades denominadas **íons**.

- b) **Cisão homolítica (homólise)** — na quebra de ligação, cada um dos átomos fica com um dos elétrons do par eletrônico que era compartilhado.



Como na cisão homolítica não ocorre ganho nem perda de elétrons, os produtos obtidos são eletricamente neutros e apresentam um elétron livre (não compartilhado), ou seja, uma valência livre. Essas estruturas são denominadas **radicais**.

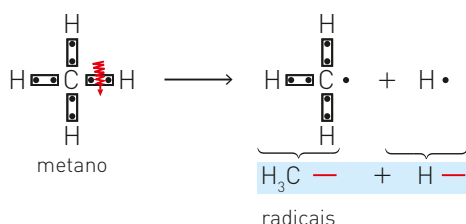
Radicais: átomos ou agrupamento de átomos eletricamente neutros que apresentam pelo menos um elétron não compartilhado (valência livre); podem ser representados genericamente por R —.

// A radiação ultravioleta proveniente do Sol, ao atingir a camada de ozônio da Terra, provoca fotodissociação de ozônio atmosférico, formando gás oxigênio e átomo de oxigênio:

$$O_3(g) \xrightarrow{UV} O_2(g) + O(g)$$

Grupos orgânicos substituintes

Os compostos orgânicos também podem originar radicais, como:



Thinkstock/Getty Images

Quando essas espécies orgânicas aparecem substituindo um ou mais átomos de hidrogênio de uma estrutura orgânica, elas são denominadas **grupos orgânicos substituintes**.

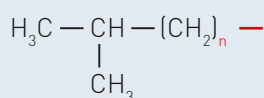
De uma maneira simplificada, pode-se representar a formação de um grupo orgânico substituinte do seguinte modo:

Hidrocarboneto	$\xrightarrow{-1\text{ H}} \text{homólise}$	Grupo orgânico substituinte
alcano	$\xrightarrow{-1\text{ H}}$	grupo orgânico alquila
aromático	$\xrightarrow{-1\text{ H}}$	grupo orgânico arila

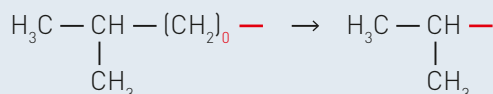
A nomenclatura de um grupo substituinte é feita pelos sufixos **-il** ou **-ila** precedidos do prefixo que indica a quantidade de carbonos.

Principais grupos orgânicos substituintes monovalentes

O prefixo **iso-** é utilizado para identificar radicais que apresentam a seguinte estrutura geral:

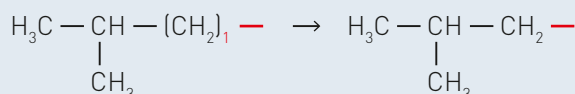


em que n pode assumir os valores 0, 1, 2, 3, etc. Quando $n = 0$, temos:



Como há três carbonos no grupo, seu nome é **isopropil**.

Para $n = 1$, temos:



Como há quatro carbonos no grupo, seu nome é **isobutil**.

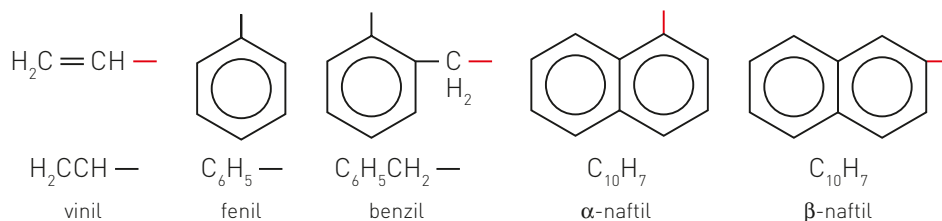
O prefixo **sec-** é utilizado para indicar que a valência livre está situada em carbono secundário.

O prefixo **terc-** é utilizado para indicar que a valência livre está localizada em carbono terciário.

Alguns autores e vários processos de seleção se referem aos grupos orgânicos substituintes, genericamente, como **radicais**.

Número de carbonos	Grupo substituinte
1	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}- \\ \\ \text{H} \end{array} \text{ ou } \text{H}_3\text{C}-$ metil
2	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} \text{ ou } \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-$ etil
3	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ propil
	$\begin{array}{c} \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$ isopropil
4	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ butil
	$\begin{array}{c} \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH} \end{array}$ sec-butil
	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ isobutil
	$\begin{array}{c} \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ terc-butil

Além dos grupos substituintes vistos, há outros que é conveniente conhecer:

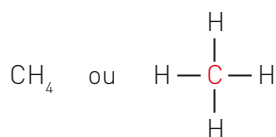


Exercício resolvido

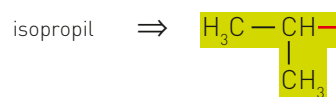
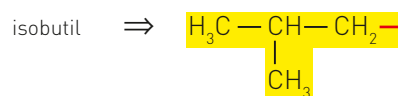
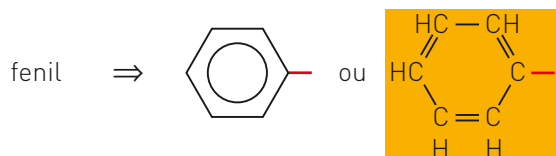
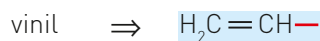
Um composto orgânico X foi obtido pela substituição dos hidrogênios do metano pelos grupos orgânicos isobutil, isopropil, vinil e fenil. Dê a fórmula estrutural e a molecular de X.

Solução

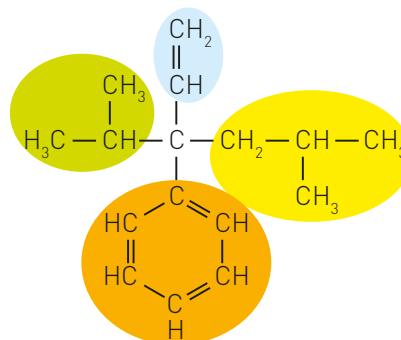
O metano pode ser representado pelas fórmulas:



Os grupos mencionados no enunciado apresentam as seguintes estruturas:



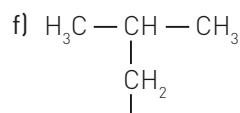
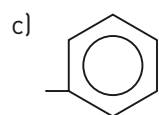
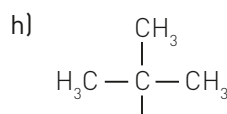
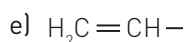
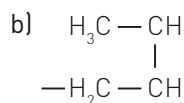
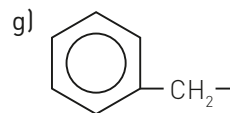
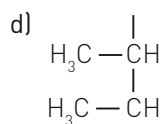
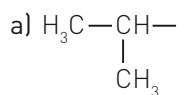
Substituindo os quatro átomos de hidrogênio do metano por esses grupos, temos a seguinte fórmula estrutural:



Logo, sua fórmula molecular é $\text{C}_{16}\text{H}_{24}$.

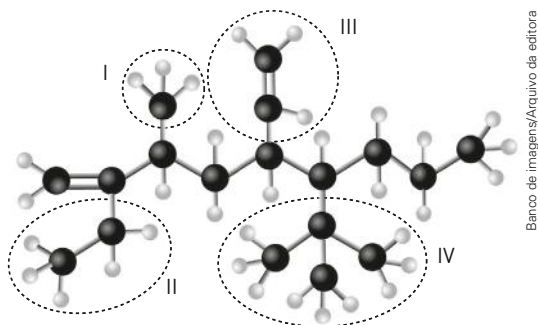
Fundamentando seus conhecimentos

Dê o nome dos grupos substituintes a seguir:



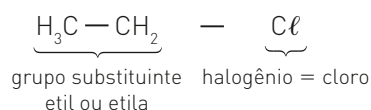
Desenvolvendo seus conhecimentos

1. Observe o modelo que representa a estrutura de um hidrocarboneto.



Dê o nome dos grupos substituintes indicados por I, II, III e IV.

2. Uma nomenclatura de haletos orgânicos, compostos contendo carbono, hidrogênio e halogênio, pode ser exemplificada por:

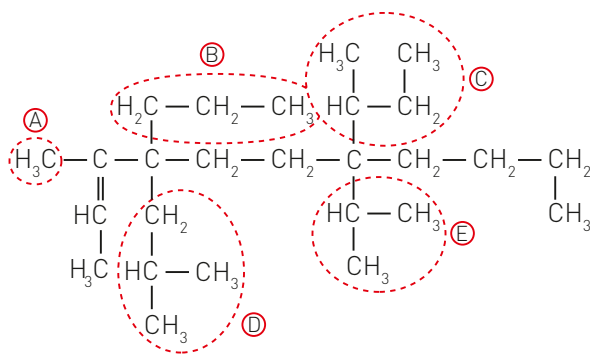


Nome: cloreto de etila.

Com base nas informações, escreva as estruturas dos compostos:

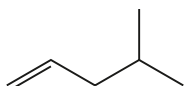
- cloreto de metila.
- brometo de isopropila.
- iodeto de sec-butila.
- fluoreto de fenila.

3. Considere o composto hipotético a seguir:



Dê o nome dos grupos substituintes assinalados (A, B, C, D e E).

4. Um hidrocarboneto pode ser representado pela fórmula estrutural espacial abaixo:

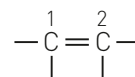


A seu respeito são pedidos:

- A fórmula estrutural plana.
- A fórmula molecular.
- Os grupos de 2 e 4 carbonos que poderiam ser usados para obtê-lo.
- O número de ligações sigma e pi presentes por molécula do composto.

5. Escreva em seu caderno a fórmula estrutural de um composto obtido a partir do metano (CH_4) por meio da substituição de seus quatro hidrogênios pelos grupos substituintes metil, etil, propil e isopropil e determine sua fórmula molecular.

6. A cadeia carbônica do eteno pode ser representada por:

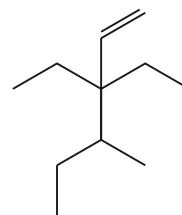


Os compostos A, B e C são alquenos em que átomos ou grupos de átomos estão ligados aos carbonos 1 e 2, conforme indicado na tabela abaixo:

Composto	Átomos ou grupos de átomos ligados aos carbonos	
	1	2
A	H, H	H, metil
B	H, metil	H, etil
C	H, propil	H, butil

Dê o nome dos compostos A, B e C.

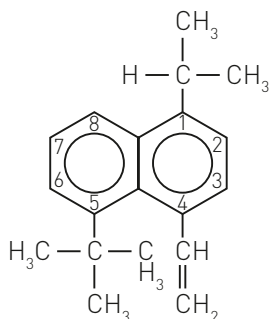
7. A estrutura a seguir corresponde a um hidrocarboneto insaturado ramificado.



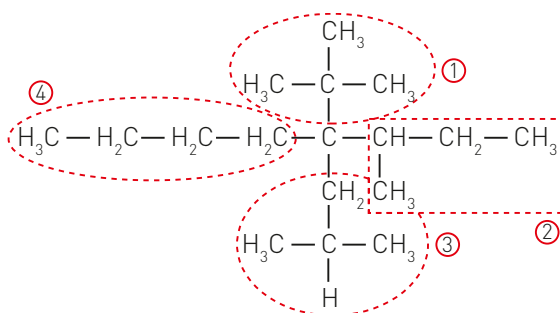
Com base na estrutura, dê os nomes dos grupos orgânicos ligados ao carbono quaternário.

Desafiando seus conhecimentos

1. Observe o hidrocarboneto aromático ramificado e dê o nome dos grupos orgânicos substituintes presentes nele.



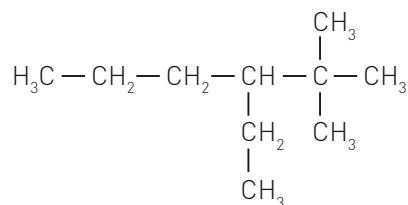
2. (UFSM-RS) No composto



os radicais circulados 1, 2, 3 e 4 são, respectivamente:

- a) isobutil, sec-butil, terc-butil e butil.
- b) terc-butil, isobutil, butil e sec-butil.
- c) sec-butil, butil, isobutil e terc-butil.
- ✗ d) terc-butil, sec-butil, isobutil e butil.
- e) butil, terc-butil, sec-butil e isobutil.

3. (UFSC) Com relação ao composto abaixo, os nomes dos radicais ligados ao carbono terciário são:

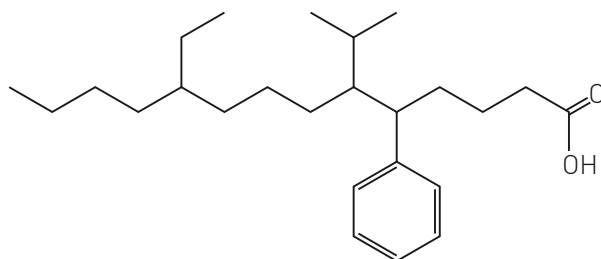


- 01) etil, n-propil, isobutil.
- 02) metil, 3-hexil.
- 04) metil, etil, n-propil.
- 08) etil, n-propil, sec-butil.
- ✗ 16) etil, n-propil, terc-butil.
- 32) etil, n-propil, n-butil.
- 64) metil, isopropil, 3-hexil.

4. (Espcex/Aman)

O composto representado pela fórmula estrutural, abaixo, pertence à função orgânica dos ácidos carboxílicos e apresenta alguns substituintes orgânicos, que correspondem a uma ramificação como parte de uma cadeia carbônica principal, mas, ao serem mostrados isoladamente, como estruturas que apresentam valência livre, são denominados radicais.

(Texto adaptado de: Fonseca, Martha Reis Marques da, *Química: química orgânica*, pág. 33, FTD, 2007).

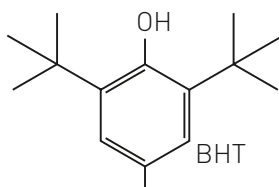


Os nomes dos substituintes orgânicos ligados respectivamente aos carbonos de número 4, 5 e 8 da cadeia principal são:

- a) etil, toluil e n-propil.
- b) butil, benzil e isobutil.
- c) metil, benzil e propil.
- ☒ d) isopropil, fenil e etil.
- e) butil, etil e isopropil.

Obs.: A numeração deve ser iniciada pelo carbono da carboxila ($-\text{COOH}$).

5. (UFJF/Pism-MG) O BHT é um importante antioxidante sintético utilizado na indústria alimentícia. Sobre o BHT é correto afirmar que ele apresenta:

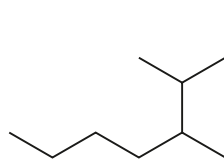


- ☒ a) 2 carbonos quaternários.
- b) fórmula molecular $\text{C}_{14}\text{H}_{21}\text{O}$.
- c) 2 substituintes n-butila.
- d) 3 carbonos com hibridação sp^2 .
- e) 5 carbonos terciários.

6. (UEL-PR) As fórmulas de linhas na química orgânica são muitas vezes empregadas na tentativa de simplificar a notação de substâncias. Dessa maneira, as fórmulas de linhas para o butano e o metil-butano são representadas, respectivamente, por



Considere a substância representada pela estrutura a seguir.

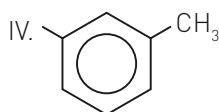
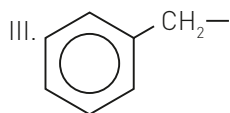
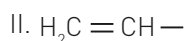
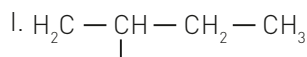


A partir dessas informações, responda aos itens a seguir.

- a) Qual a fórmula molecular dessa substância?
- b) Quantos substituintes estão ligados na cadeia principal?

7. (Uece) A medicina ortomolecular surgiu para corrigir desequilíbrios químicos provocados pelos radicais livres, que desempenham papel importante nas doenças e no envelhecimento. Em um organismo equilibrado e saudável, algumas moléculas são logo destruídas. Nas pessoas em que são encontrados altos níveis de radicais livres, o equilíbrio é refeito com o uso de antioxidantes, juntamente com diversas outras medidas preconizadas pela medicina ortomolecular.

Atente aos radicais livres apresentados a seguir e assinale a opção que associa corretamente o radical livre ao seu nome.



- a) Radical I: terc-butil.
- b) Radical II: alil.
- ☒ c) Radical III: benzil.
- d) Radical IV: p-toluil.

8. (Uece) Um carro estacionado na sombra durante um dia, com as janelas fechadas, pode conter de 400 a 800 mg de benzeno. Se está ao sol, o nível de benzeno subirá de 2 000 a 4 000 mg. A pessoa que entra no carro e mantém as janelas fechadas, inevitavelmente aspirará, em rápida sucessão, excessivas quantidades dessa toxina. O benzeno é uma toxina que afeta os rins e o fígado, e o que é pior, é extremamente difícil para o organismo expulsar esta substância tóxica. Por essa razão, os manuais de instruções de uso dos carros indicam que antes de ligar o ar condicionado, deve-se primeiramente abrir as janelas e deixá-las abertas por um tempo de dois minutos.

Com relação ao benzeno, assinale a afirmação correta.

- a) É um hidrocarboneto classificado como hidrocarboneto aromático, cuja massa molar é menor do que 75 g/mol.
- b) Em sua fórmula estrutural existem carbonos quaternários.
- ☒ c) O radical gerado com a perda de um hidrogênio desse composto é chamado de fenil.
- d) Apresenta, em sua cadeia carbônica, as seguintes particularidades: cíclica, normal, insaturada e heterogênea.

9. (UFRGS-RS) A estrutura correta para um hidrocarboneto alifático saturado que tem fórmula molecular $C_{11}H_{22}$ e que apresenta grupamentos etila e isopropila em sua estrutura é

- a)
- b)
- x c)
- d)
- e)

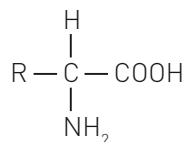
10. (Ufpel-RS) A proteína do leite apresenta uma composição variada em aminoácidos essenciais, isto é, aminoácidos que o organismo necessita na sua dieta, por não ter capacidade de sintetizar a partir de outras estruturas orgânicas. A tabela abaixo apresenta a composição em aminoácidos essenciais no leite de vaca.

Conteúdo de aminoácidos essenciais no leite de vaca	
Aminoácidos	g/g de proteína
lisina	8,22
treonina	3,97
valina	5,29
isoleucina	4,50
leucina	8,84
tirosina	4,44
fenilalanina	4,25

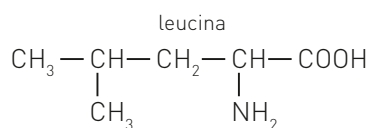
* Quantidades menores dos aminoácidos triptofano, cistina e metionina foram detectadas no leite.

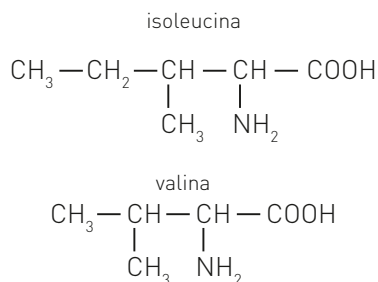
Os aminoácidos constituintes das proteínas apresentam características estruturais semelhantes, diferindo quanto à estrutura do substituinte (R), conforme exemplificado abaixo.

Estrutura geral de um aminoácido:



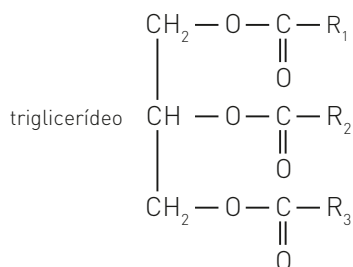
Dos aminoácidos essenciais, presentes na proteína do leite, podemos citar as seguintes estruturas:





Sobre os aminoácidos representados pelas fórmulas estruturais, é correto afirmar que leucina, isoleucina e valina diferem, respectivamente, nos substituintes (—R)

- ✗ a) isobutil, sec-butil e isopropil.
 b) isopropil, etil e metil.
 c) sec-butil, propil e etil.
 d) isobutil, metil e n-butil.
 e) metil, etil e n-propil.
11. (Unifesp) O azeite de oliva é considerado o óleo vegetal com sabor e aroma mais refinados. Acredita-se que ele diminui os níveis de colesterol no sangue, reduzindo os riscos de doenças cardíacas. Suspeita-se que algumas empresas misturem óleos de amendoim, milho, soja e outros, mais baratos, com o azeite de oliva, para aumentar seus lucros. Os triglicerídeos diferem uns dos outros em relação aos tipos de ácidos graxos e à localização no glicerol. Quando um triglicerídeo é formado a partir de dois ácidos linoleicos e um ácido oleico, temos o triglicerídeo LLO. No azeite de oliva, há predominância de OOO e no óleo de soja, do LLL. Como os triglicerídeos são característicos de cada tipo de óleo, sua separação e identificação tornam possível a análise para detectar possíveis adulterações do azeite.



Na tabela, são apresentados os ácidos graxos mais comuns.

Ácido	Nº de átomos de carbono	Nº de ligações C = C
palmítico	16	0
esteárico	18	0
oleico	18	1
linoleico	18	2

Na estrutura química do triglicerídeo OOO, os três radicais R são iguais a

- a) — C₁₉H₃₅
 b) — C₁₈H₃₆
 ✗ c) — C₁₇H₃₃
 d) — C₁₇H₃₄
 e) — C₁₇H₃₅



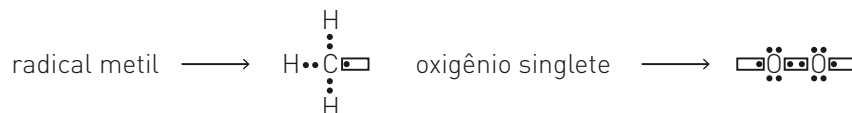
// O envelhecimento da pele, causado, entre outras razões, pela ação dos raios ultravioleta do Sol sobre as células da pele, é um processo no qual alguns genes da pele são ativados, produzindo enzimas que rompem proteínas (colágeno e elastina).



// Gases tóxicos e material particulado, lançados na atmosfera por vários tipos de indústrias, aumentam a produção de radicais livres.

Radicais livres do oxigênio

São denominados **radicais livres** quaisquer espécies químicas que apresentam pelo menos um elétron livre, não pareado, na camada de valência.



Os radicais são eletronicamente instáveis e, por isso, altamente reativos, tendo a capacidade de reagir com qualquer composto que esteja próximo e podendo exercer duas funções:

- receptores de elétrons:** funcionando como agentes oxidantes;
- doadores de elétrons:** funcionando como agentes redutores.

Em nosso organismo, ocorre a formação de radicais livres derivados do oxigênio em vários processos metabólicos. Eles exercem um papel importante no funcionamento do corpo humano, pois são responsáveis pelo transporte de elétrons na cadeia respiratória e, em alguns tipos de células, têm a capacidade de eliminar bactérias invasoras.

Os radicais livres passam a ter um efeito prejudicial ao nosso organismo quando ocorre um aumento excessivo na sua produção ou uma diminuição de agentes antioxidantes. Em qualquer uma dessas situações ocorre um excesso de radicais livres no organismo, o que é denominado **estresse oxidativo**.

Essa situação pode derivar tanto de fatores internos como de fatores externos.

Fatores internos	Fatores externos
envelhecimento câncer anemias infarto do miocárdio	fumaça de cigarro raios X e solares excesso de bebidas alcoólicas poluição atmosférica gordura, fritura e carnes vermelhas

A eliminação de radicais livres pode ser obtida pela ação de dois tipos de **agentes antioxidantes**:

- Agentes enzimáticos** — o organismo produz algumas enzimas que têm a capacidade de eliminar os radicais livres, como: catalases, glutatona peroxidase, superóxidos dismutase, etc.
- Agentes não enzimáticos** — a maioria deles precisa ser ingerida por meio de uma dieta apropriada. Agem como antioxidantes ou como seus precursores e podem ser divididos da seguinte forma:

Vitaminas	
Lipossolúveis	Hidrossolúveis
betacaroteno ou provitamina A, vitamina E	vitamina C

Oligoelementos
zinco [Zn], selênio [Se], cobre [Cu]

Os antioxidantes não são capazes de curar as doenças originadas pelo excesso de radicais livres. Seu uso está relacionado com a prevenção, o controle ou o abrandamento das doenças já estabelecidas, originadas ou agravadas pela presença de radicais livres. Podem também retardar o desenvolvimento de algumas dessas doenças.

As teorias sobre os radicais livres têm colocado em evidência a importância das vitaminas para nossa saúde, mas, como ainda não existem trabalhos científicos que as possam demonstrar definitivamente, não é recomendável usar vitaminas de maneira indiscriminada, pois seu excesso pode provocar muitos outros males. O uso de vitaminas ou de qualquer medicamento deve ser feito somente por indicação e com controle médico.

Reflita

1. O que possibilita que os radicais livres se liguem a outras moléculas?
2. Sobre o oxigênio singlete, responda aos itens abaixo.
 - I. Quantos elétrons compartilhados ele possui?
 - II. Quantos elétrons não compartilhados ele possui?
 - III. Quantos elétrons livres são provenientes de quebras homolíticas?
3. Sabe-se que o suco de laranja deve ser ingerido imediatamente após sua produção para evitar que a vitamina C nele contida perca suas propriedades antioxidantes em contato com o ar. Explique como ocorre essa perda.
4. Observe os alimentos abaixo.



Quais são ricos em betacaroteno, um excelente antioxidante natural? Justifique sua resposta em função da aparência dos alimentos escolhidos.

5. Faça uma pesquisa na internet ou na biblioteca da sua escola ou cidade e responda: o que são oligoelementos? Qual sua importância em nosso organismo?

Tom Hoeng/Westend61/Glow Images



// A queima de pneus é prejudicial ao meio ambiente por liberar substâncias tóxicas na atmosfera.

// O asfalto ecológico apresenta o mesmo aspecto do asfalto convencional. Rodovia que liga as cidades de Guapimirim e Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro, 2011.

Borracha de pneus velhos vira asfalto mais duradouro em rodovias [...]

Material é 30% mais caro que asfalto normal, mas vantagens compensam. Responsabilidade pela coleta do pneu usado é dos fabricantes.

Cedo ou tarde, a vida útil do pneu acaba e é necessário fazer a troca. Por lei, a responsabilidade pela coleta do pneu usado é dos fabricantes e dos importadores. Os resíduos não podem ir para o aterro sanitário, nem voltarem a ser pneus, mas o reaproveitamento é possível.

Na recicladora, o pneu é triturado, e um ímã ajuda a separar o aço. “Nada se perde. Tudo que é triturado tem um destino ambientalmente adequado”, diz Amauri Marques Junior, diretor da empresa de reciclagem de pneu.

O aço é vendido para siderúrgicas. Já a borracha pode servir como combustível para fábricas de cimento ou ser transformada em produtos como tapete de carro e sola de sapato. O material também pode ser usado na pavimentação. A borracha é misturada ao piche e o asfalto é preparado.

No Sistema Anchieta-Imigrantes, 88 km já estão cobertos com o asfalto borracha, e 360 mil pneus velhos foram reaproveitados desse jeito. O asfalto borracha é 30% mais caro que o comum, mas as vantagens compensam.

“Provoca menos ruído e menos *spray*, que é aquela aguinha que sai dos pneus quando chove atrás. As intervenções na pista podem ser mais espaçadas. Uma vez que o asfalto dura mais, a gente incomoda menos o usuário”, afirma Paulo Machado Filho, assessor de projetos [...].

Fonte: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/sao-paulo-mais-limpa/noticia/2012/05/borracha-de-pneus-velhos-vira-asfalto-mais-duradouro-em-rodovias-de-sp.html>>. Acesso em: 8 ago. 2018.

Salvador Scatena/Governo do Rio de Janeiro



- O texto apresenta uma fotografia na qual uma pilha de pneus é queimada. Sabendo que, no processo de vulcanização da borracha, ocorre a adição de enxofre, responda aos itens abaixo:
 - Na fumaça mostrada na imagem, temos um sólido disperso no ar. Indique a composição química dessa partícula.
 - Equacione as reações de combustão do enxofre, informando os dois óxidos possíveis de serem formados.
- Um pneu convencional possui um molde de arame (como se fosse um esqueleto) no seu interior. Para usar a borracha proveniente de pneus descartados é necessário triturá-los e separar a borracha do ferro (aramé). Indique o processo de separação mais adequado para realizar essa separação.
- O asfalto feito com pneus aumenta a aderência entre o piso e o pneu dos veículos. Qual é a grandeza física, citada no texto, responsável por essa aderência?
- Observe no quadro abaixo algumas informações sobre o asfalto comum.

Identificação		
Número ONU	Nome do produto	Rótulo de risco
1999	Asfalto	
Número de risco	Classe/subclasse	
–	3	
Sinônimos		
Asfalto de petróleo; betume.		
Aparência		
Líquido denso (geralmente aquecido); marrom-claro a preto; odor de alcatrão; pode flutuar ou afundar na água; torna-se sólido quando resfriado.		
Fórmula molecular	Família química	
Não pertinente*	Hidrocarboneto	

* Significa que o pneu não pode ser representado por uma única fórmula química, uma vez que é formado por uma mistura de substâncias.

Fonte: Cetesb – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=ASFALTO%20-%20RES%CDDUO>. Acesso em: 12 abr. 2018.

A qual classe de compostos químicos pertence o petróleo?

- Você já deve ter ouvido a expressão “relação custo-benefício”. Sabendo que em Ciências o termo relação é sinônimo de razão (divisão) e considerando x o custo do asfalto comum e y os benefícios do asfalto comum, discuta a relação custo-benefício do asfalto feito com pneus.
- Durante o verão, após períodos chuvosos, é comum ocorrer surtos de dengue, chikungunya e zika. O mosquito *Aedes aegypti*, transmissor das doenças, prolifera em ambientes artificiais com água parada. Campanhas públicas de combate ao mosquito recomendam que objetos que possam acumular água sejam mantidos fechados ou emborcados. Relacione a importância da reciclagem dos pneus com o combate ao mosquito.

Hidrocarbonetos ramificados

A IUPAC criou uma série de regras que devem ser utilizadas para estabelecer o nome dos compostos ramificados.

Convém lembrar que nas questões de exame de seleção as regras atuais propostas pela IUPAC nem sempre são obedecidas.

Hidrocarbonetos alifáticos saturados

Alcanos

Veja o quadro a seguir: a sequência de procedimentos mostrada na coluna à esquerda indica como devemos fazer para determinar o nome correto dos alcanos ramificados, e as colunas central e à direita mostram como devemos aplicar essas regras.

Regras	Exemplo 1	Exemplo 2
1. Determinar a cadeia principal, ou seja, a maior sequência de átomos de carbono, e escrever seu nome.	A cadeia principal tem sete átomos de carbono: $\begin{array}{ccccccc} \text{H}_3\text{C} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_3 \\ & & & & & & & & & & \\ & & & & \text{CH}_2 & & & & & & \\ & & & & & & & & & & \\ & & & & \text{CH}_2 & & & & & & \\ & & & & & & & & & & \\ & & & & \text{CH}_3 & & & & & & \end{array}$ heptano	A cadeia principal tem oito átomos de carbono: $\begin{array}{ccccccc} \text{H}_3\text{C} & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_3 \\ & & & & & & & & & & & & \\ & & \text{CH}_2 & & & & \text{CH}_2 & & & & & & \\ & & & & & & & & & & & & \\ & & \text{CH}_3 & & & & \text{CH}_3 & & & & & & \end{array}$ octano
2. Considerar cada ramificação um grupo substituinte e dar seus nomes.	A cadeia principal tem somente um grupo substituinte: $\begin{array}{ccccccc} \text{H}_3\text{C} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_3 \\ & & & & & & & & & & \\ & & \text{etil} & & \text{CH}_2 & & & & & & \\ & & & & & & & & & & \\ & & & & \text{CH}_2 & & & & & & \\ & & & & & & & & & & \\ & & & & \text{CH}_3 & & & & & & \end{array}$	A cadeia principal tem dois grupos substituintes: $\begin{array}{ccccccc} \text{H}_3\text{C} & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_3 \\ & & & & & & & & & & & & \\ & & \text{metil} & & \text{CH}_2 & & \text{CH}_2 & & & & & & \\ & & & & & & & & & & & & \\ & & & & \text{CH}_3 & & \text{CH}_3 & & & & & & \end{array}$ etil
3. Numerar a cadeia principal de modo a obter os menores números possíveis para indicar a posição dos grupos, começando por uma das extremidades.	Neste exemplo é indiferente o sentido da numeração: $\begin{array}{ccccccc} \text{H}_3\text{C} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_3 \\ & & & & & & & & & & \\ & & & & 3 \text{ CH}_2 & & & & & & \\ & & & & & & & & & & \\ & & & & 2 \text{ CH}_2 & & & & & & \\ & & & & & & & & & & \\ & & & & 1 \text{ CH}_3 & & & & & & \end{array}$ O etil está no carbono indicado pelo número 4.	Neste, deve-se iniciar a numeração pela extremidade inferior à esquerda: $\begin{array}{ccccccc} \text{H}_3\text{C} & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_3 \\ & & & & & & & & & & & & \\ & & 2 \text{ CH}_2 & & & & \text{CH}_2 & & & & & & \\ & & & & & & & & & & & & \\ & & 1 \text{ CH}_3 & & & & \text{CH}_3 & & & & & & \end{array}$ O metil e o etil estão localizados, respectivamente, nos carbonos de números 3 e 5.

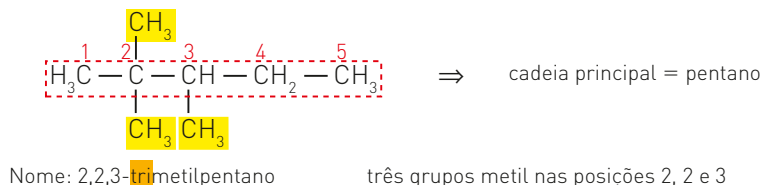
Regras	Exemplo 1	Exemplo 2
4. O nome deve seguir esta ordem: - número da posição do substituinte; - nome do substituinte; - nome da cadeia principal. Se houver dois ou mais substituintes, eles devem ser escritos em ordem alfabética, com hífens entre os números e o nome.	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ $\begin{array}{c} \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ 4-etil-heptano O nome do último grupo e o da cadeia principal devem ser escritos juntos, a não ser que o nome desta comece com a letra h.	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ $\begin{array}{c} \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \quad \begin{array}{c} \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ 5-etil-3-metiloctano

Quando um composto apresenta dois ou mais grupos substituintes iguais, sua quantidade deve ser indicada por prefixos:

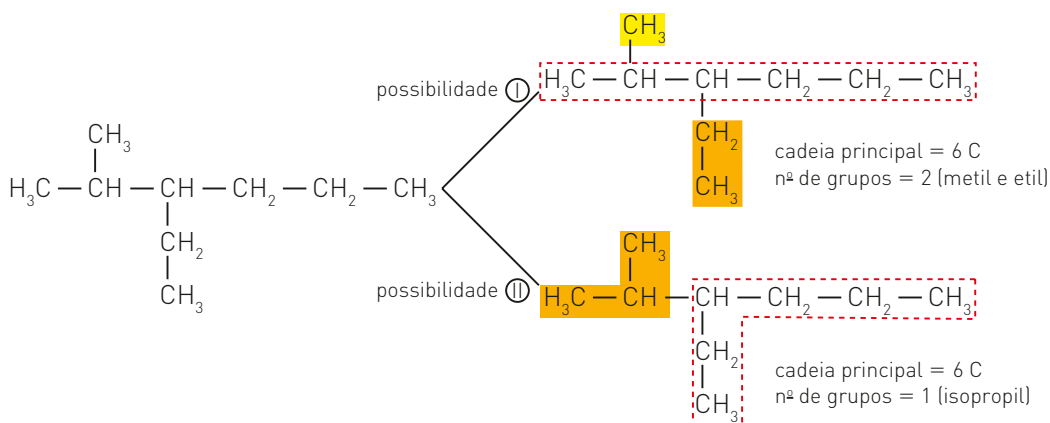
2 – di
3 – tri
4 – tetra
5 – penta...

e os números devem ser separados por vírgulas.

Veja o exemplo a seguir.



Quando em uma estrutura duas ou mais cadeias carbônicas apresentarem o mesmo número máximo de carbonos, será considerada a cadeia principal aquela que tiver o maior número de ramificações.

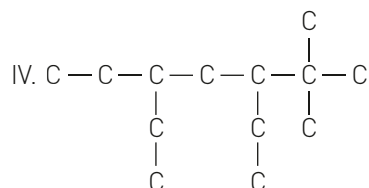
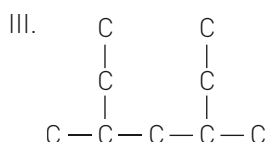
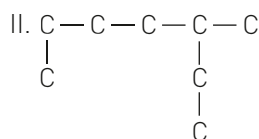
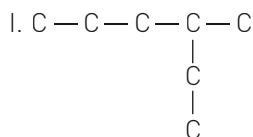


Em ambas as possibilidades (① e ②) tem-se o mesmo número de carbonos na cadeia principal (6), porém, como na primeira possibilidade existe um maior número de ramificações, esta deve ser considerada a correta.

Assim, o nome correto do composto é: **3-etil-2-metil-hexano**.

Fundamentando seus conhecimentos

1. Considere as cadeias carbônicas representadas a seguir.



Indique o número de carbonos existentes na cadeia principal de cada estrutura proposta.

2. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais planas dos compostos a seguir.

I. 3-metil-hexano.

II. 2,2-dimetilpentano.

III. 3-etil-4-isopropiloctano.

3. Observe a molécula representada a seguir e indique:

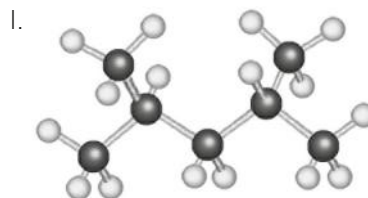


I. o número de carbonos da cadeia principal.

II. o número de grupos substituintes.

III. o nome dos grupos substituintes.

4. Escreva em seu caderno o nome dos compostos representados pelos modelos a seguir.



Ilustrações: Banco de imagens/Arquivo da editora

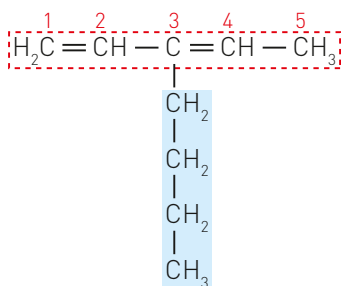
Hidrocarbonetos alifáticos insaturados

Para estabelecer a nomenclatura desses hidrocarbonetos, seguem-se basicamente os mesmos procedimentos utilizados para os alcanos. A diferença fundamental consiste na presença de insaturações, que devem obrigatoriamente fazer parte da cadeia principal. Assim, **a numeração da cadeia principal deve ser feita a partir da extremidade mais próxima da insaturação**, de modo que esta apresente os menores valores possíveis.

Observe, no quadro a seguir, os procedimentos indicados na coluna à esquerda para determinar o nome correto dos hidrocarbonetos alifáticos insaturados, como os alquenos e os alquinos, apresentados, respectivamente, nas outras duas colunas.

Regras	Alquenos	Alquinos
1. Determinar a cadeia principal, ou seja, aquela que, além de conter a insaturação, também apresenta o maior número de átomos de carbono.		
2. Numerar a cadeia principal a partir da extremidade mais próxima da insaturação e escrever seu nome indicando a posição da insaturação.		
3. Considerar cada ramificação como um grupo substituinte, dar seu nome e sua posição.	O terc-butil e o metil estão localizados, respectivamente, nos carbonos de números 3 e 5.	O etil e o metil estão localizados, respectivamente, nos carbonos de números 3 e 4.
4. O nome deve seguir esta ordem: – número da posição do substituinte; – nome do substituinte; – nome da cadeia principal. Se houver dois ou mais substituintes, eles devem ser escritos em ordem alfabética, com hifens entre os números e o nome.	3-terc-butil-5-metil-hept-2-eno	3-etil-4-metil-hex-1-ino

No caso dos alcadienos, a cadeia principal deve conter as duas duplas-ligações e apresentar o maior número possível de átomos de carbono.

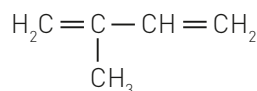


cadeia principal = pentadieno
posições das duplas-ligações = 1 e 3
grupo = butil
posição do grupo butil = 3

3-butilpenta-1,3-dieno

A borracha natural

No começo do século XVI, os exploradores espanhóis encontraram indígenas da América Central praticando um tipo de esporte no qual eram utilizadas bolas feitas de uma emulsão vegetal extraída de certas árvores. Esse material era chamado pelos nativos de *cauchu* (*caa* = madeira, árvore + *o-chu* = que chora). A principal árvore da qual o material era retirado é denominada atualmente *Hevea brasiliensis*, e o material é conhecido por **látex**, sendo sua principal substância constituinte um hidrocarboneto alcadieno ramificado:



2-metilbuta-1,3-dieno ou isopreno

Os espanhóis levaram para a Europa essa goma, que, na época, foi denominada **goma das Índias**, mas não conseguiram achar nenhuma aplicação para ela. A primeira pessoa a descobrir um modo de utilizá-la foi o cientista Joseph Priestley, o descobridor do oxigênio. Ele percebeu que, quando essa goma era esfregada em marcas de lápis, elas eram retiradas do papel. Como, em inglês, “esfregar” é *to rub*, seu nome atual nesse idioma – *rubber* – vem dessa propriedade, e nós conhecemos esse material pelo nome de **borracha natural**.

Em razão de a borracha ser mole e grudenta a altas temperaturas e dura e quebradiça a baixas temperaturas, durante mais de dois séculos não foi descoberta nenhuma outra aplicação mais importante para ela.

// O látex é uma secreção geralmente esbranquiçada, produzida quando os caules de algumas árvores, como a seringueira, são cortados. Quando exposto ao ar, o látex se coagula espontaneamente. Nesse processo, que demora de 12 a 24 horas, forma-se um polímero com fórmula $(\text{C}_5\text{H}_8)_n$, no qual n é da ordem de 10 000.



Thinkstock/Getty Images

No século XIX, um escocês, Charles Macintosh, prensou uma lâmina de borracha entre dois pedaços de pano, produzindo um tecido impermeável que foi utilizado para a fabricação de capas de chuva. Essa foi a primeira utilização industrial da borracha, e esse tipo de tecido é conhecido até hoje na Inglaterra com o nome de *macintosh*.

Por volta de 1830, os Estados Unidos começaram a importar botas de borracha produzidas na Inglaterra (só mais tarde eles começariam a produzi-las). Essas botas eram muito úteis, mas no inverno ficavam rígidas e no verão tornavam-se moles e sem forma.

Uma das pessoas que se interessaram por esse problema foi Charles Goodyear, motivado pelo fato de ter vendido, ao governo norte-americano, uma remessa de malas de correio feitas com um tecido impregnado de borracha que se tornaram grudentas e disformes com pouco uso. Goodyear não era um cientista, mas realizava experiências tentando resolver os problemas que envolviam o uso da borracha e, acidentalmente, deixou que uma mistura de borracha e enxofre tocasse uma chapa quente. Com espanto, ele percebeu que a borracha não derretia, mas apenas queimava-se um pouco, produzindo um novo material moldável e maleável, que não mais sofria alterações com a variação de temperatura.

Em 1844, após determinar a temperatura ideal e a melhor proporção dos reagentes, Goodyear patenteou o processo com o nome de **vulcanização**, em homenagem ao deus romano do fogo, Vulcano.

Esse fenômeno e o uso desse material serão discutidos nos capítulos 25 e 26, sobre **polímeros**.



As moléculas do isopreno presentes no látex se unem formando grandes estruturas denominadas polímeros. Esses polímeros servem de matéria-prima a uma grande variedade de produtos de borracha, como a capa de chuva mostrada na fotografia.

Reflita

1. Qual é o número de ligações π existentes na molécula de isopreno?
2. Quantos átomos de hidrogênio devem ser adicionados à molécula de isopreno para que ela se torne saturada?
3. O que é a recauchutagem de pneus?
4. Explique o que é o processo de vulcanização.
5. O Brasil já foi o maior produtor de borracha do mundo até aproximadamente a primeira década do século XX. Pensando na nova consciência ambiental, pesquise na internet ou na biblioteca de sua escola ou cidade quais motivos levaram a produção de borracha na região Amazônica ao declínio.
6. O extrativismo é necessariamente uma ameaça para um ecossistema? Justifique.

Fundamentando seus conhecimentos

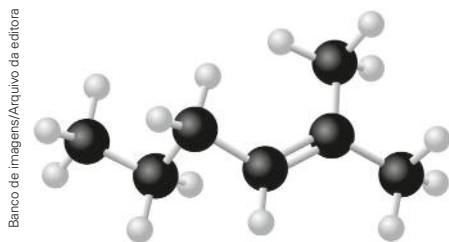
1. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais dos seguintes compostos:

I. 3-metilbut-1-eno.

II. 2-metil-hex-3-ino.

III. 3-etilpenta-1,2-dieno.

A ilustração abaixo é de um hidrocarboneto insaturado que pertence à classe dos alquenos:



A seu respeito, responda às questões 2 a 5.

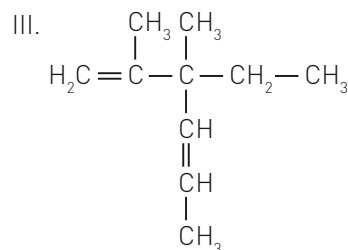
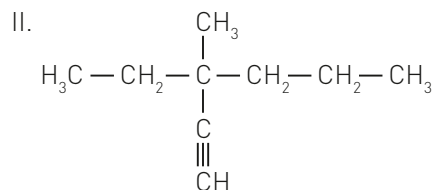
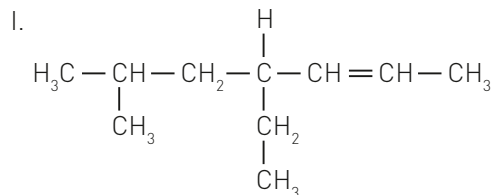
2. Escreva em seu caderno suas fórmulas molecular e mínima.

3. Indique o número de ligações sigma (σ) e pi (π).

4. Dê seu nome oficial.

5. Represente sua fórmula estrutural plana.

6. Dê o nome oficial dos hidrocarbonetos a seguir:



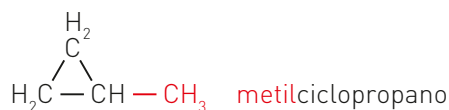
Hidrocarbonetos cíclicos

Nos hidrocarbonetos cíclicos, o anel ou ciclo é considerado a cadeia principal.

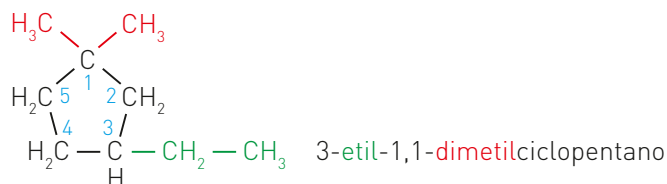
Cicloalcanos

A nomenclatura da cadeia principal é feita de acordo com as regras utilizadas para os alcanos. Para estabelecer a nomenclatura de toda a estrutura, deve-se considerar a quantidade e a posição dos grupos substituintes.

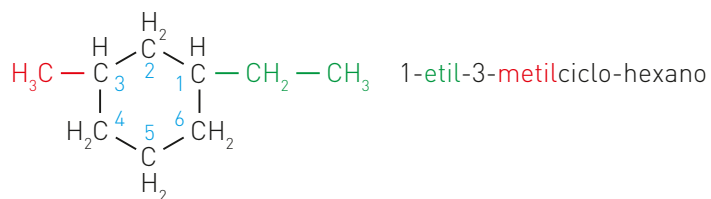
a) **Com um grupo** – Nesse caso, não há necessidade de indicar a posição do grupo, pois o composto sempre será o mesmo, qualquer que seja o carbono do ciclo em que o grupo for representado. Observe o exemplo:



b) **Com mais de um grupo** – A numeração dos carbonos do ciclo deve começar pelo carbono que apresentar maior quantidade de grupos, de modo a se obterem os menores algarismos possíveis para os carbonos nos quais existam outros grupos. Observe o exemplo:



Quando houver dois ou mais grupos diferentes, o carbono que apresentar o grupo escrito em primeiro lugar na ordem alfabética será considerado o carbono **1**.

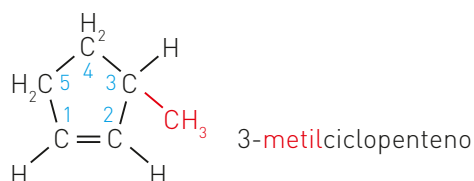


Cicloalquenos

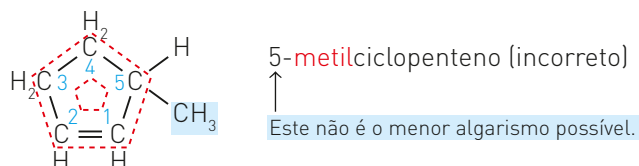
Nos cicloalquenos ramificados, a numeração deve ser iniciada sempre por um dos carbonos da dupla-ligação, de modo que ela fique localizada entre os carbonos **1** e **2**.

A numeração deve prosseguir ao longo do anel, de forma a se obter os menores algarismos possíveis para os grupos.

Veja um exemplo.



Se a numeração tivesse sido feita em sentido oposto, a nomenclatura obtida estaria errada.



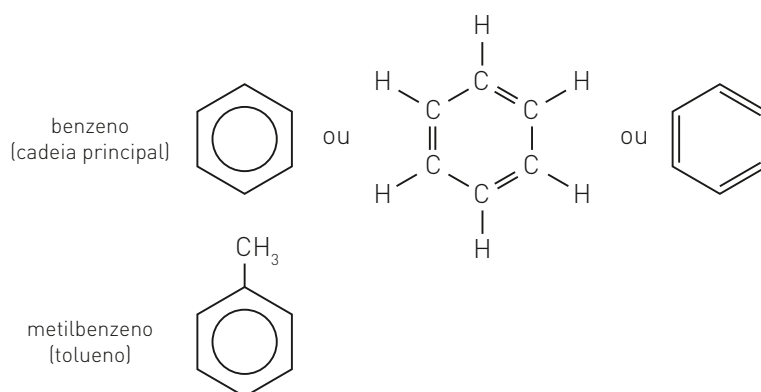
Como os carbonos da dupla-ligação devem ser sempre indicados pelos números **1** e **2**, não é necessário indicar a sua posição da dupla-ligação no nome do composto.

Hidrocarbonetos aromáticos

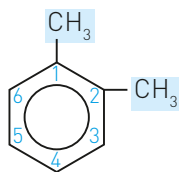
A principal característica dos hidrocarbonetos aromáticos é a presença de anel benzênico, que é considerado a cadeia principal.

Quando a cadeia principal apresentar apenas um anel benzênico, ela será denominada **benzeno**, que pode apresentar **um** ou **mais** grupos substituintes.

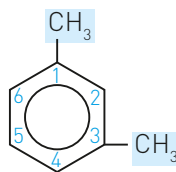
a) **Com um grupo** – Nesse caso, o nome do grupo precede o nome da cadeia principal (benzeno).



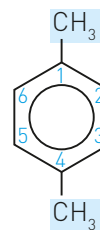
b) **Com dois grupos** – Nesse caso, a numeração dos carbonos deve começar por um dos carbonos ramificados e prosseguir de tal forma que se obtenham os menores números possíveis para os grupos. Observe os exemplos.



1,2-dimetilbenzeno



1,3-dimetilbenzeno



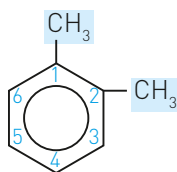
1,4-dimetilbenzeno

Existe outra maneira de indicar as posições dos dois grupos, usando prefixos de acordo com a tabela abaixo.

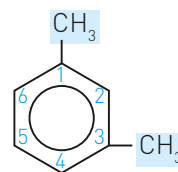
Prefixos	Posições dos grupos
orto	1 e 2
meta	1 e 3
para	1 e 4

Tomando-se os mesmos exemplos e substituindo-se os algarismos pelos prefixos, obtêm-se:

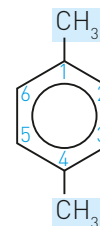
Caso os dois grupos sejam diferentes, será considerado como carbono número **1** aquele que apresentar o grupo orgânico substituinte escrito em primeiro lugar na ordem alfabética.



1,2-dimetilbenzeno
ou
orto-dimetilbenzeno,
o-dimetilbenzeno,
o-xileno

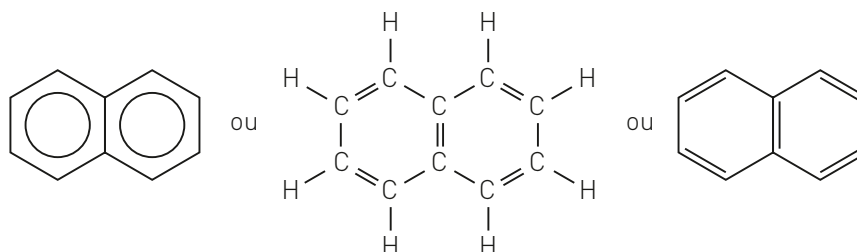


1,3-dimetilbenzeno
ou
meta-dimetilbenzeno,
m-dimetilbenzeno,
m-xileno

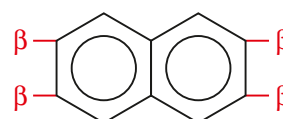
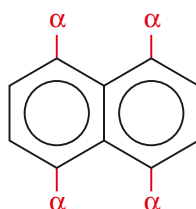


1,4-dimetilbenzeno
ou
para-dimetilbenzeno,
p-dimetilbenzeno,
p-xileno

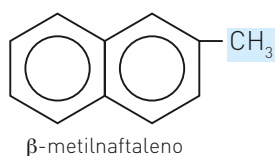
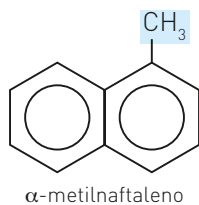
Outro aromático importante é o **naftaleno**, que tem a seguinte estrutura como cadeia principal:



Quando uma molécula de naftaleno apresenta um grupo, este só pode ocupar duas posições diferentes:

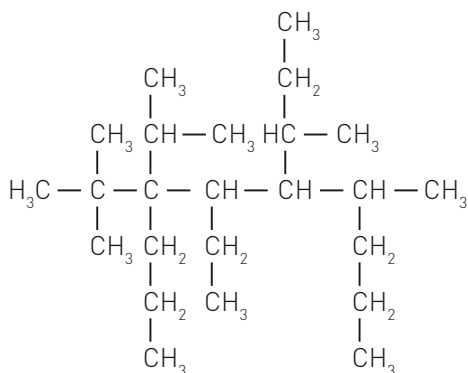


Assim, temos:



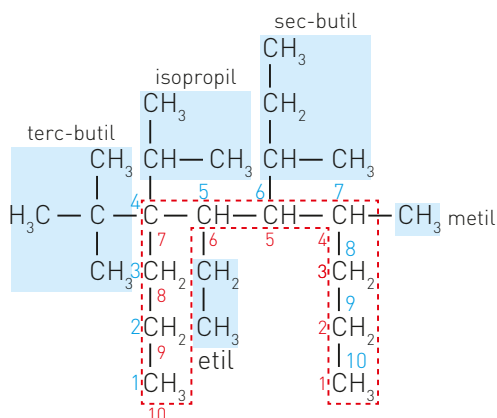
Exercícios resolvidos

1. Dê o nome oficial do hidrocarboneto cuja fórmula estrutural é:



Solução

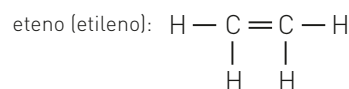
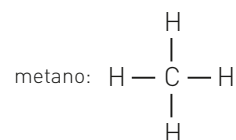
Inicialmente, devemos determinar a cadeia principal, que é a maior sequência de átomos de carbono, e numerá-la nos dois sentidos para determinar os menores algarismos possíveis para os grupos.



6-sec-butil-4-terc-butil-5-etil-4-isopropil-7-metildecano

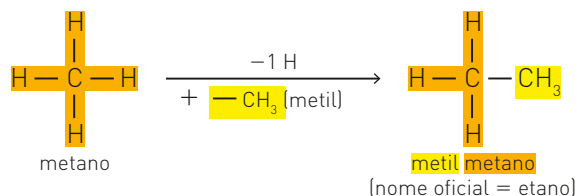
2. Os alcanos, alquenos e alquinos admitem uma nomenclatura não oficial, segundo a qual cada uma dessas classes de hidrocarbonetos, pela

substituição de um ou mais hidrogênios por grupos saturados, origina compostos derivados respectivamente do:

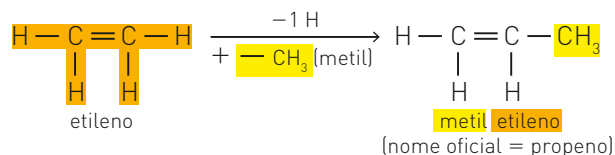


Esse tipo de nomenclatura é obtido da seguinte maneira:

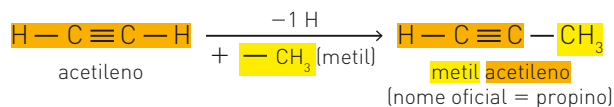
- alcano:



- alqueno:



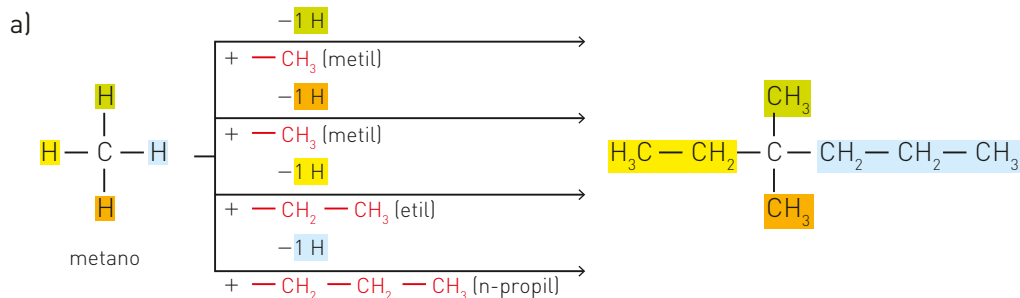
- alquino:



Com base nessas informações, escreva em seu caderno a fórmula estrutural e o nome oficial dos seguintes compostos:

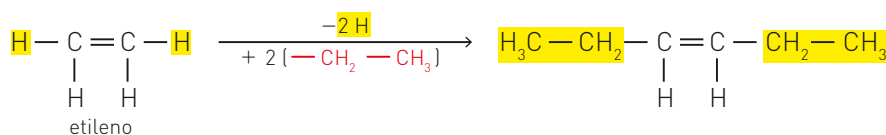
- etil-dimetil-propil-metano.
- dietil-etileno-simétrico.
- metil-isopropil-acetileno.

Solução

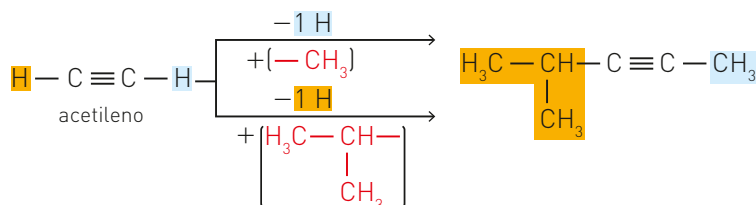


Aplicando as regras de nomenclatura para a estrutura, obtemos o nome oficial: **3,3-dimetil-hexano**.

- b) Para que a estrutura seja simétrica, devemos substituir um hidrogênio de cada carbono do etileno pelos dois radicais etil:



O nome oficial do composto obtido é **hex-3-eno**.



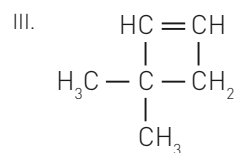
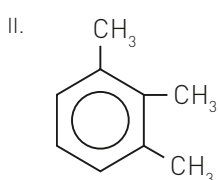
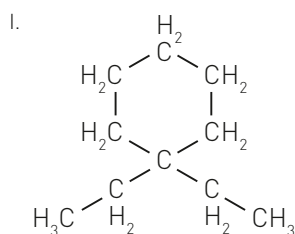
Seu nome oficial é **4-metilpent-2-ino**.

Fundamentando seus conhecimentos

- Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais dos compostos:

- 1-etil-3-metilciclopentano.
- p-dietilbenzeno.

- Dê o nome dos hidrocarbonetos a seguir:

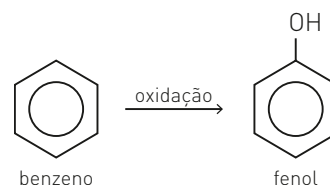


Aromáticos

Muitos dos **hidrocarbonetos aromáticos**, assim como seus derivados, são substâncias prejudiciais à saúde, sendo muitos deles considerados agentes cancerígenos. A ingestão de aromáticos, por via oral ou por inalação, ou mesmo o contato com eles, produz alterações no metabolismo. Uma dessas alterações é a diminuição do número de leucócitos que participam da defesa do organismo, provocando uma doença denominada **leucopenia**.

Os profissionais das indústrias petroquímicas ou siderúrgicas (onde se obtém o carvão coque por meio da hulha) devem trabalhar com dispositivos que os protejam contra os aromáticos e se submeter periodicamente a avaliações de saúde. No Brasil, nos últimos anos, têm-se registrado até mortes de funcionários que trabalham nesses tipos de indústria devido à leucopenia.

Uma parte do benzeno, quando ingerida, sofre oxidação e, em seguida, transforma-se em fenol, que é eliminado juntamente com a urina. Uma das maneiras de determinar o grau de intoxicação por benzeno é medir a concentração de fenol na urina.



Monty Rakusen/Cultura RF/Getty Images



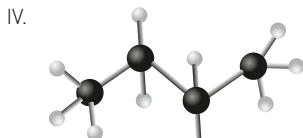
/// Além de usar equipamentos de proteção individual, os trabalhadores expostos a aromáticos devem receber rigoroso acompanhamento médico.

Reflita

1. Quando o benzeno é transformado em fenol, ocorre uma reação de oxirredução? Justifique sua resposta.
2. Sabendo que a intoxicação por benzeno é detectada pela presença de fenol na urina, compare a solubilidade do benzeno e do fenol na água.
3. O tolueno e o fenol são ambos derivados do benzeno. Nessas transformações, indique o elemento substituído no benzeno e os grupos que substituíram esse elemento.
4. Pesquise na internet ou na biblioteca de sua escola ou cidade quais as consequências fisiológicas e sociais para o indivíduo dependente de drogas como os solventes, presentes na cola de sapateiro.

Desenvolvendo seus conhecimentos

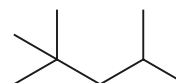
Observe as estruturas dos grupos orgânicos substituintes derivados de hidrocarbonetos e responda às questões 1 a 6.



Banco de imagens/Arquivo da editora

- Dê o nome de todos os grupos orgânicos substituintes.
- Escreva em seu caderno a fórmula estrutural e dê o nome do composto formado pela união dos grupos I e IV.
- Escreva em seu caderno a fórmula estrutural e dê o nome do composto formado pela união dos grupos IV e V.
- Escreva em seu caderno a fórmula estrutural e dê o nome do composto formado pela união dos grupos II e V.
- Faça a substituição de todos os hidrogênios do metano (CH_4) pelos grupos I, II, III e IV. Escreva em seu caderno a fórmula estrutural resultante e dê seu nome.
- Faça a substituição dos hidrogênios do acetileno (etino) pelos grupos IV e V. Escreva em seu caderno a fórmula estrutural resultante e dê seu nome.
- (UFPR) A qualidade de um combustível é caracterizada pelo grau de octanagem. Hidrocarbonetos de cadeia linear têm baixa octanagem e produzem combustíveis pobres. Já os alcanos ramificados são de melhor qualidade, uma vez que têm mais hidrogênios em carbonos primários e as ligações C—H requerem mais energia que ligações C—C para serem rompidas. Assim, a combustão dos hidrocarbonetos ramificados se torna mais difícil

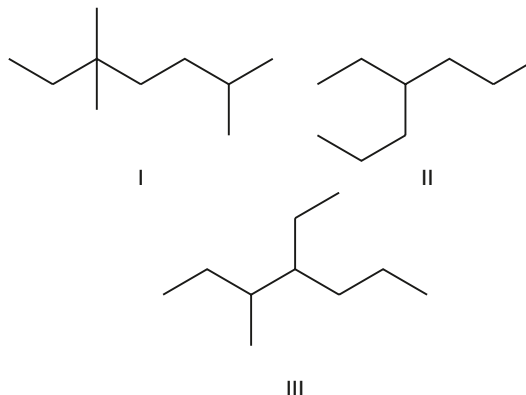
de ser iniciada, o que reduz os ruídos do motor. O isoctano é um alcano ramificado que foi definido como referência, e ao seu grau de octanagem foi atribuído o valor 100. A fórmula estrutural (forma de bastão) do isoctano é mostrada abaixo.



Isoctano

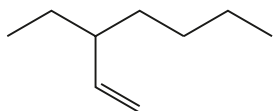
Qual é o nome oficial IUPAC desse alcano?

- ☒ a) 2,2,4-trimetilpentano.
 b) 2-metil-4-terc-butil-pentano.
 c) 1,1,1,3,3-pentametilpropano.
 d) 1-metil-1,3-di-isopropilpropano.
 e) 1,1,1-trimetil-4,4-dimetil-pentano.
8. (PUC-RJ) Considere as afirmativas a seguir sobre o 2-metilpentano.
- Possui cadeia carbônica normal.
 - Possui fórmula molecular C_6H_{14} .
 - É um hidrocarboneto insaturado.
 - Possui três átomos de carbono primários.
- É correto o que se afirma somente em:
- a) I e II. c) I e IV. ☒ e) II e IV.
 b) I e III. d) II e III.
9. (Uespi) Dentre os compostos cujos nomes constam nas alternativas abaixo, aquele com o maior número de carbonos secundários é:
- a) 2,3-dimetil-butano.
 b) 3-metil-pentano.
 c) 2-metil-pentano.
☒ d) hexano.
 e) 2,2-dimetil-butano.
10. (UFV-MG) Assinale a alternativa que apresenta corretamente os nomes sistemáticos para os compostos I, II e III, respectivamente:



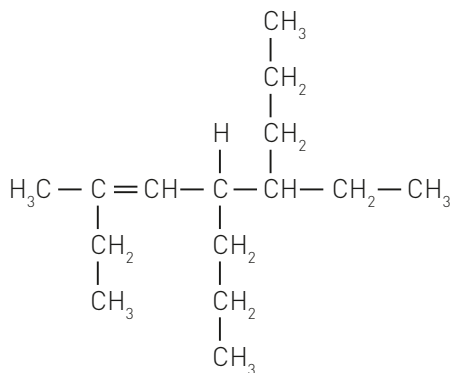
- a) 3,3,6-trimetil-heptano, 3-propil-hexano, 3-metil-4-metil-heptano.
 ✗ b) 2,5,5-trimetil-heptano, 4-etil-heptano, 4-etil-3-metil-heptano.
 c) 3,3,6-trimetil-heptano, 4-etil-heptano, 3-metil-4-metil-heptano.
 d) 2,5,5-trimetil-heptano, 3-propil-hexano, 4-etil-3-metil-heptano.

11. (PUC-RJ)



Segundo as regras da IUPAC, a nomenclatura do composto representado acima é:

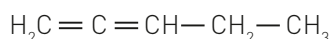
- a) 2-etil-hex-1-eno.
 b) 3-metil-heptano.
 c) 2-etil-hept-1-eno.
 d) 3-metil-hept-1-eno.
 ✗ e) 3-etil-hept-1-eno.
12. (Cefet-MG) Observe a estrutura representada a seguir.



Segundo a IUPAC, o nome correto do hidrocarboneto é:

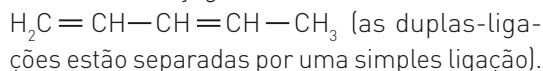
- a) 2,5-dietil-4-propil-2-octeno.
 b) 2-etil-4,5-dipropil-2-hepteno.
 c) 4-etil-7-metil-5-propil-6-noneno.
 ✗ d) 6-etil-3-metil-5-propil-3-noneno.
13. Os alcadienos podem ser classificados em relação às posições das duplas-ligações.

- alcadienos acumulados:

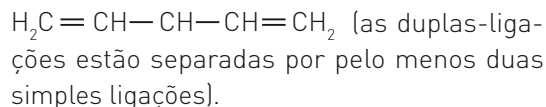


(as duplas-ligações estão em um mesmo carbono).

- alcadienos conjugados:

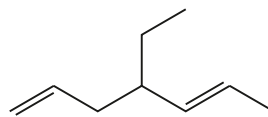


- alcadienos isolados:

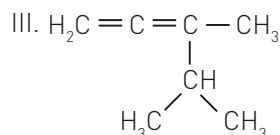
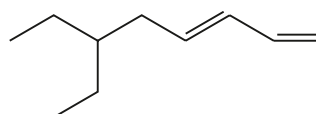


Com base nessas informações, dê o nome de cada dieno e sua classificação.

I.



II.

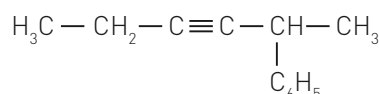
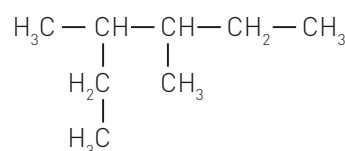


14. (UEL-PR) Uma alternativa para os catalisadores de células a combustíveis são os polímeros condutores, que pertencem a uma classe de novos materiais com propriedades elétricas, magnéticas e ópticas. Esses polímeros são compostos formados por cadeias contendo ligações duplas conjugadas que permitem o fluxo de elétrons.

Assinale a alternativa na qual ambas as substâncias químicas apresentam ligações duplas conjugadas.

- a) Propanodieno e metil-1,3-butadieno.
 b) Propanodieno e ciclo penteno.
 c) Ciclo penteno e metil-1,3-butadieno.
 d) Benzeno e ciclo penteno.
 ✗ e) Benzeno e metil-1,3-butadieno.

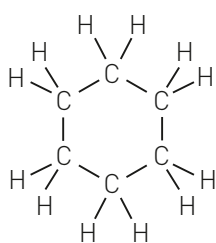
15. (PUC-PR) Pelo sistema IUPAC, a nomenclatura correta para os compostos a seguir:



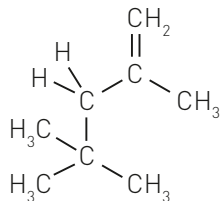
é, respectivamente:

- ✗ a) 3,4-dimetil-hexano e 2-fenil-3-hexino.
 b) 3,4-dimetil-hexano e 5-fenil-3-hexino.
 c) 3,4-dimetil-hexano e 2-benzil-3-hexino.
 d) 3-metil-2-etil-hexano e 2-benzil-3-hexino.
 e) 3-metil-2-etil-pentano e 2-fenil-3-hexino.

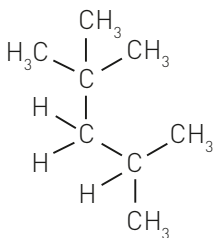
16. [Covest-PE] A gasolina é um combustível constituído basicamente por hidrocarbonetos e, em menor quantidade, por produtos oxigenados, de enxofre, de nitrogênio e de compostos metálicos. Esses hidrocarbonetos são formados por moléculas de cadeia entre 4 a 12 átomos. Veja abaixo alguns constituintes da gasolina.



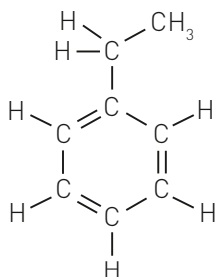
cicloexano



2,4,4-trimetil-1-penteno



isooctano



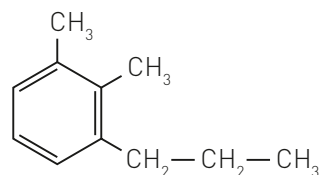
etilbenzeno

A partir das estruturas apresentadas podemos afirmar o que se segue [julgue os itens em verdadeiros ou falsos]:

- 0) Segundo a IUPAC, o nome do isooctano seria 2,4,4-trimetilpentano.
- 1) O etilbenzeno é um composto aromático.
- 2) O cicloexano é um composto cíclico; portanto, também pode ser chamado de aromático.
- 3) O 2,4,4-trimetil-1-penteno é uma "olefina" de cadeia aberta.
- 4) Todos os compostos apresentados podem ser chamados de hidrocarbonetos "insaturados".

F - V - F - V - F

17. [Unisinos-RS] Considere o seguinte composto:

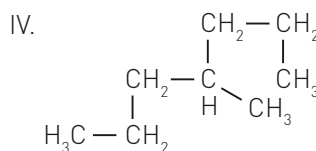
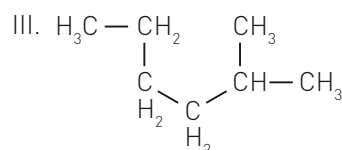
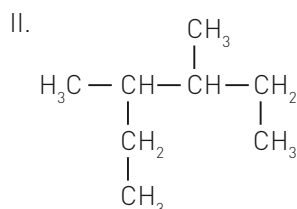
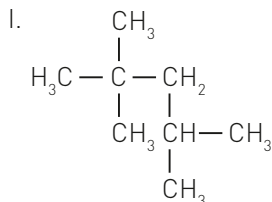


Sua nomenclatura correta é:

- a) 1,2-etil-3-propil benzeno.
- ☒ b) 1,2-dimetil-3-propil benzeno.
- c) 1-propil-2,3-dimetil benzeno.
- d) o-dimetil-m-propil benzeno.
- e) m-dimetil-o-propil benzeno.

Desafiando seus conhecimentos

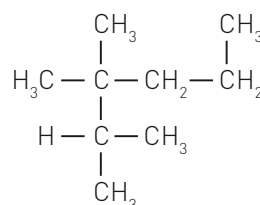
1. [Uerj] Uma mistura de hidrocarbonetos e aditivos compõe o combustível denominado gasolina. Estudos revelaram que, quanto maior o número de hidrocarbonetos ramificados, melhor é a performance da gasolina e o rendimento do motor. Observe as estrutura dos hidrocarbonetos a seguir:



O hidrocarboneto mais ramificado é o de número:

- a) IV.
- b) III.
- c) II.
- ☒ d) I.

2. [Vunesp-SP] O nome correto do composto orgânico da fórmula abaixo é:

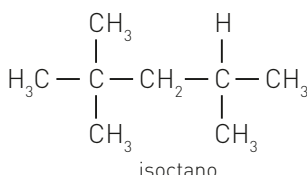


- a) 2-metil-3-isopropil-pentano.
- b) 2,4-dimetil-2-isopropil-butano.
- ✗ c) 2,3,3-trimetil-hexano.
- d) 2-metil-3,3-dimetil-5-metil-pentano.
- e) 3,3-dimetil-5-metil-pentano.

3. (Vunesp-SP) Quando ligamos a um átomo de carbono os quatro menores radicais orgânicos alifáticos saturados, obtemos um hidrocarboneto cuja nomenclatura é:

- a) 2,3-dimetil-3-etil-hexano.
- ✗ b) 4-metil-4-etil-octano.
- c) 2,3-metil-3-etil-heptano.
- d) 4-metil-4-etil-nonano.
- e) 4-metil-4-etil-decano.

4. (UPM-SP)



A octanagem é uma medida da resistência à compressão da gasolina. O isotano é utilizado como padrão de índice de octanagem por ser o composto que mais resiste à compressão sem explodir. A respeito do isotano, é *incorreto* afirmar que:

- a) seu nome oficial é 2,2,4-trimetil-pentano.
- b) apresenta cadeia carbônica aberta e ramificada.
- c) é um alcano.
- d) apresenta cinco carbonos primários.
- ✗ e) é um hidrocarboneto insaturado.

5. (Cefet-MG) A eficiência do motor de um automóvel pode ser comprometida pelo uso de um combustível de baixa qualidade. Nos motores, o aumento da taxa de compressão da mistura ar-gasolina, quando alcança o seu limite, é conhecido como "batimento". Esse batimento pode ser minimizado com o uso de gasolinas de alta qualidade, o que está relacionado com a sua composição. Diversos estudos mostraram que hidrocarbonetos ramificados, alcanos cíclicos e compostos aromáticos entram em combustão de forma mais eficiente e suave que os alcanos de cadeia normal. O composto orgânico, em alta concentração na gasolina, que pode minimizar os batimentos de um motor é o:

- a) etanol.
- b) octano.
- c) ácido tetradecanoico.
- ✗ d) 2,2,4-trimetil-pentano.
- e) 2,3-dimetil-butan-2-ol.

6. (Uema)

A OGX energia, braço de exploração de petróleo no Maranhão do grupo EBX, do empresário Eike Batista, descobriu uma reserva gigante de gás natural, uma mistura de hidrocarbonetos leves, constituído principalmente por etano, propano, isobutano, butano, pentano, isopentano, dentre outros, na cidade de Capinzal do Norte, localizada a 260 km de São Luís. As reservas, segundo a OGX, têm de 10 trilhões a 15 trilhões de pés cúbicos de gás, o equivalente a 15 milhões de metros cúbicos por dia – metade do que a Bolívia manda ao Brasil diariamente.

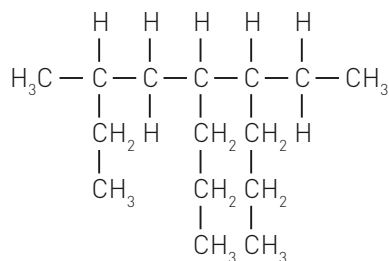
Fonte: Disponível em: <<http://www.jucema.ma.gov.br>>. Acesso em: 01 jul. 2013. (adaptado)

A nomenclatura desses hidrocarbonetos leves constituintes do gás natural é baseada, dentre alguns critérios, na quantidade de carbonos presentes no composto.

O número correto de carbonos nos seis primeiros compostos citados no texto é, respectivamente:

- a) 2, 5, 5, 3, 4, 4.
- b) 2, 4, 4, 3, 5, 5.
- c) 2, 4, 4, 5, 5, 3.
- d) 2, 3, 5, 5, 4, 4.
- ✗ e) 2, 3, 4, 4, 5, 5.

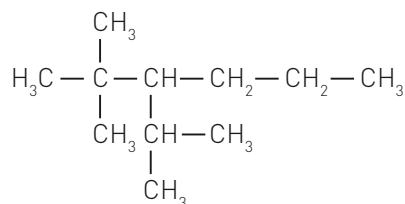
7. (UFPE)



Segundo a IUPAC, o nome correto do alcano apresentado é:

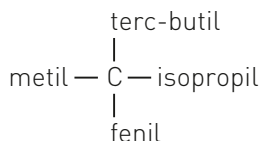
- a) 3-metil-5-propil-6-etil-octano.
- b) 4-etil-7-metil-5-propil-nonano.
- ✗ c) 3-metil-6-etil-5-propil-nonano.
- d) 6-etil-5-propil-3-metil-nonano.
- e) 7-etil-7-metil-6-etil-nonano.

8. (UEA-AM) O nome do composto abaixo é:



- ✗ a) 2,2-dimetil-3-isopropil-hexano.
- b) 2,2-dimetil-3-propil-hexano.
- c) 2-metil-3-terc-butil-hexano.
- d) 1,1,1-trimetil-2-isopropil-pentano.
- e) 5,5-dimetil-4-isopropil-hexano.

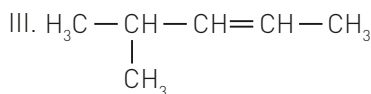
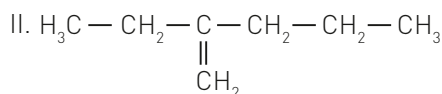
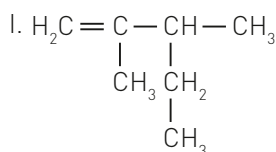
9. (PUC-PR) O composto:



apresenta, como nomenclatura oficial, o seguinte nome:

- a) 1,2,2,3,4-pentametil-2-fenil-butano.
- b) 2,3,4,4-tetrametil-3-fenil-pentano.
- ✗ c) 2,2,3,4-tetrametil-3-fenil-pentano.
- d) 2,2,3-trimetil-3-etil-octano.
- e) 2,2-dimetil-3-isopropil-3-fenil-butano.

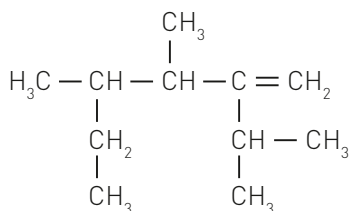
10. (UFPE) Observe as estruturas:



Os compostos I, II e III são, respectivamente:

- a) 2-metil-3-etil-buteno, 2-etil-2-penteno, 2-metil-3-penteno.
- ✗ b) 2,3-dimetil-1-penteno, 2-etil-1-penteno, 4-metil-2-penteno.
- c) 2-etil-3-metil-3-buteno, 2-metil-3-hexeno, 4-metil-2-penteno.
- d) 2,3-dimetil-1-penteno, 3-metil-hexano-2-metil-pentano.
- e) 2-metil-3-etil-1-buteno, 2-etil-1-penteno, 2-metil-2-penteno.

11. (Uema) Sobre o composto, cuja fórmula estrutural é dada abaixo, fazem-se as afirmações:



I. É um alqueno.

II. Possui três ramificações diferentes entre si, ligadas à cadeia principal.

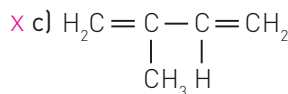
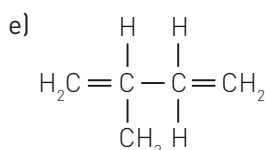
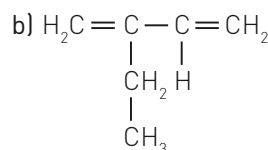
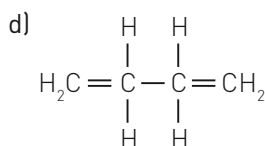
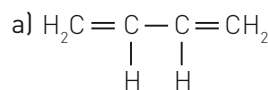
III. Apesar de ter fórmula molecular $\text{C}_{11}\text{H}_{22}$, não é um hidrocarboneto.

IV. Possui no total quatro carbonos terciários.

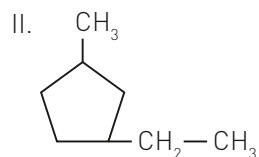
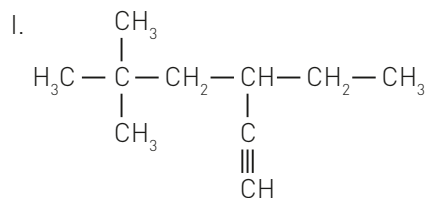
São corretas:

- ✗ a) I e IV, somente.
- b) I, II, III e IV.
- c) II e III, somente.
- d) II e IV, somente.
- e) III e IV, somente.

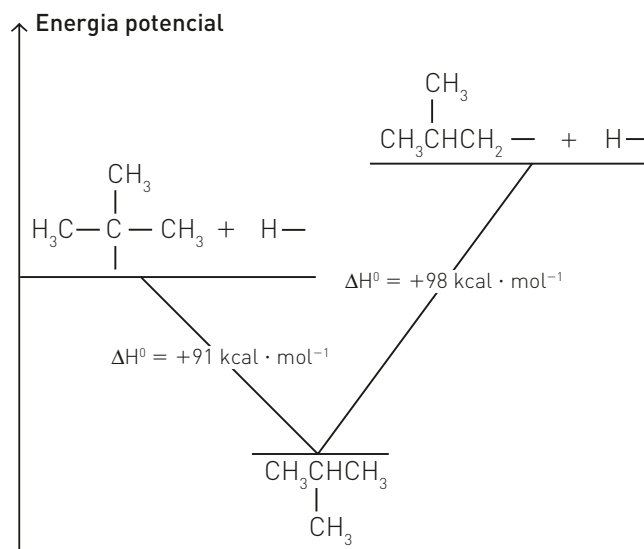
12. (Vunesp-SP) A borracha natural extraída da seringueira é um composto macromolecular, chamado polímero, cujas unidades constituintes são formadas por um grande número de pequenos conjuntos de átomos quimicamente ligados entre si chamados monômeros. O monômero da borracha é o isopreno ou metil-1,3-butadieno. A fórmula estrutural desse composto é:



13. Escreva em seu caderno o nome dos hidrocarbonetos:



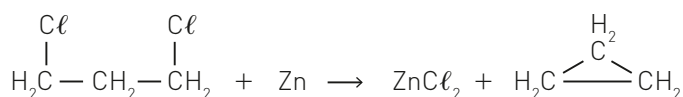
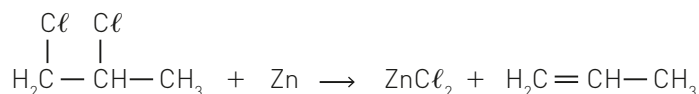
14. Os radicais livres, grandes inimigos da pele, são formados quando há exposição excessiva ao Sol. A formação desses radicais envolve um diferente ganho de energia, por isso eles apresentam estabilidades diferentes. O gráfico a seguir mostra a comparação da energia potencial dos radicais t-butila e isobutila formados a partir do isobutano.



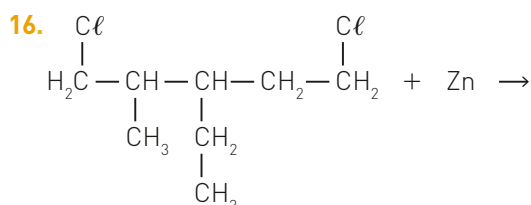
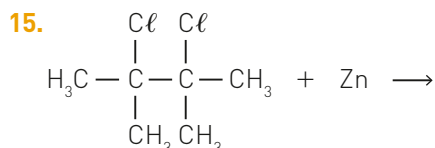
Com base no gráfico, podemos concluir que o radical mais estável e o nome do hidrocarboneto proveniente da união dos radicais apresentados são, respectivamente:

- a) terc-butil; pentano.
- ☒ b) terc-butil; 2,2,4-trimetil-pentano.
- c) terc-butil; 2,4-dimetil-hexano.
- d) isobutil; 2-metil-hexano.
- e) isobutil; 2,2,4-trimetil-pentano.

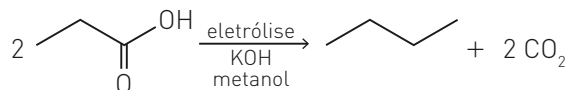
Reações-modelo para responder às questões 15 e 16.



Dê o nome dos hidrocarbonetos obtidos nas reações análogas:



17. [Enem] Hidrocarbonetos podem ser obtidos em laboratório por descarboxilação oxidativa anódica, processo conhecido como eletrossíntese de Kolbe. Essa reação é utilizada na síntese de hidrocarbonetos diversos, a partir de óleos vegetais, os quais podem ser empregados como fontes alternativas de energia, em substituição aos hidrocarbonetos fósseis. O esquema ilustra simplificadaamente esse processo.



AZEVEDO, D. C.; GOULART, M. O. F. Estereosseletividade em reações eletródicas. *Química Nova*. n. 2, 1997 (adaptado).

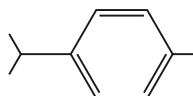
Com base nesse processo, o hidrocarboneto produzido na eletrólise do ácido 3,3-dimetil-butanoico é o:

- a) 2,2,7,7-tetrametil-octano.
 - b) 3,3,4,4-tetrametil-hexano.
 - ☒ c) 2,2,5,5-tetrametil-hexano.
 - d) 3,3,6,6-tetrametil-octano.
 - e) 2,2,4,4-tetrametil-hexano.
18. [Cefet-MG] Sobre o hidrocarboneto 1-etil-2-metil-cicloexa-1,4-dieno afirma-se que:

- apresenta duas ligações π ;
- contém quatro carbonos que apresentam dupla-ligação;
- ostenta cadeia cíclica normal;
- possui fórmula molecular C_9H_{14} ;
- exibe dois carbonos quaternários.

O número de afirmações corretas é

- a) 1.
 - b) 2.
 - ☒ c) 3.
 - d) 4.
 - e) 5.
19. Escreva em seu caderno as três fórmulas estruturais e dê os nomes dos trimetilbenzenos existentes.
20. [UFRGS-RS] Observe a estrutura do p-cimeno abaixo.



Abaixo são indicadas três possibilidades de nomenclatura usual para representar o p-cimeno.

I. p-isopropiltolueno.

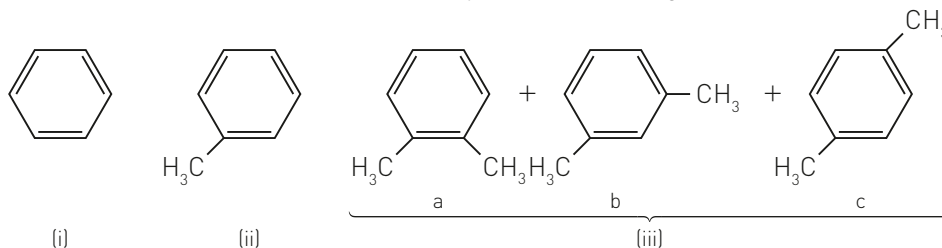
II. 1-isopropil-4-metil-benzeno.

III. terc-butil-benzeno.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.
- ☒ d) Apenas I e II.
- e) I, II e III.

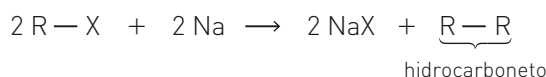
21. (UFPA) A composição de carvões minerais varia muito, mas uma composição média comum (em % m/m) é a seguinte: 80% carbono, 10% materiais diversos, 4% umidade e 5% matéria volátil. Por isso, além de energia, o carvão pode ser fonte de vários compostos químicos. De sua fração volátil, pode-se obter hidrocarbonetos aromáticos simples. A importância desses hidrocarbonetos pode ser avaliada com base no seu consumo anual no mundo, que é de aproximadamente $25 \cdot 10^6$ toneladas. Dessa quantidade, em torno de 20% são obtidos pela conversão de parte da fração volátil do carvão mineral. As fórmulas estruturais de alguns destes hidrocarbonetos aromáticos estão representadas a seguir.



A nomenclatura usual para as substâncias formadas pelos compostos representados pelas fórmulas (i), (ii) e (iii) são, respectivamente:

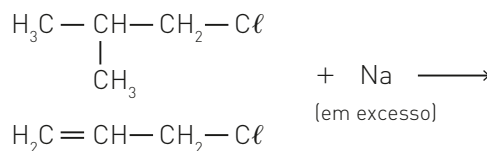
- a) ciclohexano, fenol e naftaleno. d) benzina, tolueno e antraceno.
 b) ciclohexeno, metil-ciclohexeno e cresol. **x** e) benzeno, tolueno e xileno.
 c) benzeno, fenol e cresol.

22. Considere a reação genérica

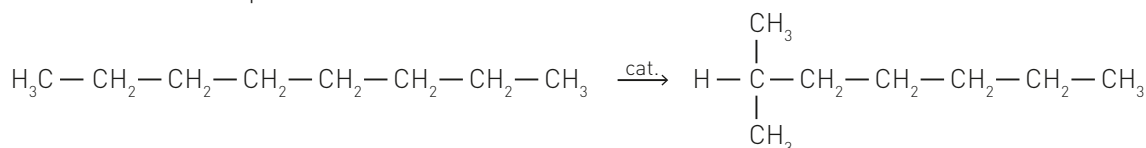


Se for utilizada uma mistura de haletos ($RX + R'X$), obteremos uma mistura de hidrocarbonetos.

Com base nas informações, quais os nomes dos hidrocarbonetos obtidos na reação a seguir?



- a) Hexano, hex-1-eno, hexa-1,5-dieno.
 b) 2-metil-hexano, hex-2-eno, 2-metil-hex-1-eno.
 c) 2,5-dimetil-hexano, hex-1-eno, hexa-1,3-dieno.
 d) Hexa-1,5-dieno, 2,4-dimetilpentano, 2-metil-hex-5-eno.
x e) 2,5-dimetil-hexano, 5-metil-hex-1-eno, hexa-1,5-dieno.
23. (Puccamp-SP) Nos motores a explosão, hidrocarbonetos de cadeia ramificada resistem melhor à compressão do que os de cadeia normal. Por isso, compostos de cadeia reta são submetidos a reações de "reforma catalítica" como a abaixo exemplificada:



Os nomes oficiais do reagente e do produto são, respectivamente:

- a) i-octano e dimetil-hexano. **x** d) n-octano e 2-metil-heptano.
 b) octano e 6-metil-heptano. e) n-octano e i-hexano.
 c) octano normal e 2,2-dimetil-heptano.

O fumo



Thinkstock/Getty Images

! ESTE PRODUTO CONTÉM MAIS DE 4 700 SUBSTÂNCIAS TÓXICAS E NICOTINA, QUE CAUSAM DEPENDÊNCIA FÍSICA OU PSÍQUICA. NÃO EXISTEM NÍVEIS SEGUROS PARA CONSUMO DESTAS SUBSTÂNCIAS.

O hábito de fumar é considerado um risco por causa dos problemas de saúde que ele pode causar tanto para os fumantes quanto para os não fumantes a seu redor.

Algumas pessoas afirmam que o cigarro lhes dá certo prazer, outras consideram esse costume algo social, elegante, charmoso.

Nas primeiras décadas de venda dos cigarros industriais, as pessoas eram levadas a fumar por uma intensa publicidade, que associava esse hábito a poder, sucesso e – no caso dos homens – masculinidade.

Um dos argumentos da indústria de cigarros para defender seu produto, apesar dos riscos comprovados que seu uso envolve, é que fumar é uma escolha pessoal, que faz parte da liberdade individual. Outro argumento é a quantidade de dinheiro arrecadado pelo Estado, proveniente dos impostos que incidem no preço dos cigarros.

No que se refere ao primeiro argumento, muitos antitabagistas reclamam que a propaganda maciça cerceia a liberdade de escolha. Além disso, muitos fumantes não têm ideia dos riscos reais dessa decisão.

Quanto ao segundo, já se concluiu que a quantia gasta pelo Estado para tratar as pessoas que adoecem em consequência do uso do cigarro é muito superior ao que ele arrecada em impostos.

Preocupado com a saúde da população, o Ministério da Saúde do Brasil criou leis e campanhas publicitárias para desestimular o consumo de cigarro.

Componentes da fumaça do cigarro

A brasa de um cigarro atinge temperaturas por volta de 850 °C, suficientes para produzir reações químicas que liberam mais de 4 700 substâncias em cada tragada. Um fumante que consome, em média, 1 maço de cigarros por dia terá dado 100 000 tragadas em um ano. Aproximadamente 400 substâncias, entre as 4 000, são tóxicas – incluindo o monóxido de carbono e a nicotina. Essas substâncias representam uma grande agressão aos lábios, à língua, ao nariz, à corrente sanguínea, aos pulmões e ao coração do fumante.

O quadro a seguir relaciona algumas dessas substâncias tóxicas.

Substâncias	Fórmulas moleculares e/ou estruturais
acetona	C_3H_6O
amônia	NH_3
anilina	C_6H_7N
antraceno	
benzeno	C_6H_6
benzopireno	

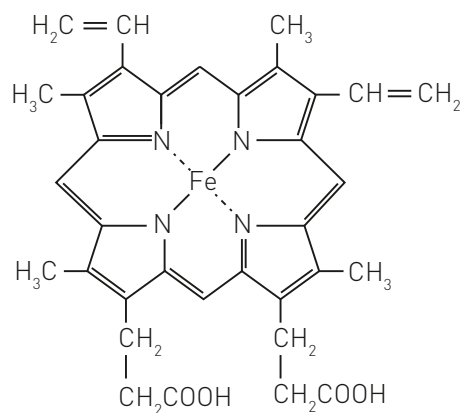
Substâncias	Fórmulas moleculares e/ou estruturais
fenantreno	
formaldeído	H_2CO
gás cianídrico	HCN
metanol	CH_3OH
naftaleno	$C_{10}H_8$
óxido nítrico	NO

Ação de alguns componentes da fumaça

Monóxido de carbono: CO

O monóxido de carbono liga-se ao ferro presente na hemoglobina do sangue com intensidade 250 vezes maior que o gás oxigênio (O_2). Isso reduz em aproximadamente 8% a capacidade do sangue de transportar O_2 para as células. Em resposta a essa redução, o corpo aumenta a produção de células vermelhas, o que acarreta um espessamento do sangue, obrigando o coração a um esforço extra para bombeá-lo.

O CO no sangue de uma gestante priva o feto da quantidade de O_2 de que ele necessita para um desenvolvimento normal. Os filhos de mulheres que fumam durante a gravidez nascem com um peso 200 gramas menor, em média, do que os de não fumantes.



estrutura da hemoglobina

Alcatrão: hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP)

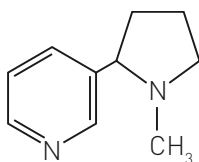
O alcatrão, líquido espesso de cor que varia do amarelo-escuro ao preto, acumula-se nos pulmões. Para decompor o alcatrão, o organismo libera a enzima elastase, que também ataca as membranas dos pulmões, resultando em cicatrizes (tecido morto). Dessa maneira, a capacidade dos pulmões de transferir O_2 para o sangue é diminuída, podendo causar enfisema e morte por problemas respiratórios crônicos.

Os HAP causam câncer, aumentando de 10 a 20 vezes a ocorrência de câncer no pulmão dos fumantes e em 4 vezes a incidência de câncer do esôfago. Esses compostos também aumentam o risco de parada cardíaca.

Nicotina

Um cigarro-padrão contém de 9 a 17 mg de nicotina, sendo absorvidos pelo fumante aproximadamente 10% dela. A nicotina, que é absorvida nos pulmões, é o único componente farmacologicamente ativo presente na fumaça do cigarro em quantidade suficiente para produzir dependência psicológica e física.

Pessoas que fumam habitualmente mais que dez cigarros por dia têm grande dificuldade para abandonar o vício. Para ajudá-las, têm-se difundido vários tratamentos – à base de remédios que diminuem a necessidade de nicotina, adesivos para pele que contêm nicotina, psicoterapia e dezenas de outros –, campanhas de advertência e esclarecimento, bem como a criação e a aplicação de leis que restringem o fumo em locais públicos, fechados, e nos quais circula grande quantidade de pessoas.



// Estrutura da nicotina, um alcaloide do tabaco extremamente venenoso. Sua DL_{50} é de 0,23 g por quilograma de massa corpórea para ingestão oral.

Responda

Dados: massas atômicas: H = 1; C = 12; N = 14; O = 16.

- Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais das substâncias: acetona, anilina (fenilamina), benzeno, formaldeído, metanol e naftaleno.
- Equacione a reação entre a amônia e a água.
- Cite uma aplicação ou um produto doméstico que contenha:
 - amônia.
 - acetona.
 - formaldeído.
 - naftaleno.
- O óxido nítrico é considerado um óxido ácido, básico ou neutro?
- Consulte o quadro da página 130 e cite a substância a que o texto se refere:
 - usada na produção de corante.
 - utilizada em câmaras de gás.
- Indique o número de ligações sigma (σ) e pi (π) presentes em cada uma das moléculas de:
 - gás cianídrico.
 - benzopireno.
- Determine a fórmula molecular do fenantreno.
- Equacione a combustão completa de 1 mol de fenantreno.
- Se provocarmos a combustão completa de 1 mol de antraceno, qual será a massa em gramas de gás carbônico produzida?
- Determine a razão entre o número de mol de oxigênio consumido na queima completa de 1 mol de fenantreno e 1 mol de antraceno.
- Determine o teor de nitrogênio na nicotina.
- (Enem) O tabagismo (vício do fumo) é responsável por uma grande quantidade de doenças e mortes prematuras na atualidade. O Instituto Nacional do Câncer divulgou que 90% dos casos diagnosticados de câncer de pulmão e 80% dos casos diagnosticados de enfisema pulmonar estão associados ao consumo de tabaco. Paralelamente, foram mostrados os resultados de uma pesquisa realizada em um grupo de 2000 pessoas com doenças de pulmão, das quais 1 500 são casos diagnosticados de câncer, e 500 são casos diagnosticados de enfisema.
Com base nessas informações, pode-se estimar que o número de fumantes desse grupo de 2000 pessoas é, aproximadamente:
 - 740.
 - 1 100.
 - 1 310.
 - 1 620.
 - 1 750.
- As frases a seguir aparecem nas embalagens de cigarros, em advertências obrigatórias por lei:
 - Fumar na gravidez prejudica o bebê.
 - O cigarro provoca partos prematuros, nascimento de bebês com peso abaixo do normal e facilidade de contrair asma.
 - Fumar causa impotência sexual.
 - Fumar causa infarto do coração.
 - Fumar causa mau hálito, perda dos dentes e câncer de boca.
 - Fumar causa câncer de pulmão.
 - Quem fuma não tem fôlego para nada.
 - Nicotina é droga e causa dependência.

Formem grupos e, com base nas informações do texto e em pesquisas em outras fontes, elaborem explicações para cada frase levando em conta a ação dos componentes do cigarro.

Fontes de hidrocarbonetos

Em nenhuma época da história da humanidade o consumo e a necessidade de energia foram tão grandes como atualmente. Por isso, é um problema mundial o fato de que grande parte da energia consumida é proveniente, ainda hoje, de recursos não renováveis.

De uma maneira genérica, definimos como recursos não renováveis aqueles encontrados diretamente na natureza: os minerais, os combustíveis fósseis e outros encontrados acumulados no ambiente. Apesar de esses recursos serem renováveis ou recicláveis por processos geológicos e ecológicos naturais, o tempo para ocorrência desses processos é muito grande, de forma que as reservas existentes, mantido o padrão de consumo atual, estariam esgotadas antes de se formarem outras.

Atualmente, devido a uma crescente conscientização em relação aos perigos do uso indiscriminado de fontes de energia não renováveis, tem-se procurado viabilizar a produção e o uso de outros tipos de energia com recursos renováveis, que podem ser repostos ou produzidos novamente. Para obtenção de eletricidade, por exemplo, capta-se a energia solar por meio de células fotovoltaicas. Nas duas últimas décadas cresceu também o uso de vegetais, como a cana-de-açúcar e a mamona, para obtenção de combustível.

As principais fontes não renováveis de energia utilizadas pelo ser humano atualmente são o petróleo, o gás natural, a hulha e o xisto betuminoso, das quais são extraídos os hidrocarbonetos usados como combustíveis. A mais importante, ainda hoje, é o petróleo.

Petróleo

Aproximadamente 90% dos materiais obtidos a partir da refinação do petróleo são usados em reações de combustão, isto é, são queimados para obter energia para meios de transporte, aquecimento industrial e doméstico, produção de eletricidade e iluminação. Os outros 10% são usados como matéria-prima para a produção de plásticos, borrachas sintéticas, fibras, fertilizantes e muitos outros produtos.



Fotos: Thinkstock/Getty Images

// A cana-de-açúcar (A), matéria-prima para a fabricação do álcool comum (etanol), e a mamona (B), com a qual se produz o biodiesel, são exemplos de fontes renováveis de energia. Esses e outros vegetais se desenvolvem utilizando a energia proveniente do Sol, por meio da fotossíntese.

Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo



// Um dos combustíveis utilizados na aviação (A) é o querosene. Materiais obtidos por meio da refinação do petróleo são também utilizados na produção de fibras. Nas usinas termoeletricas, como a localizada em Candiota (RS) (B), o óleo combustível é queimado para fazer funcionar as turbinas que produzem energia elétrica.

Thinkstock/Getty Images



Em quantidades pequenas, consideradas impurezas, encontramos no petróleo substâncias formadas por oxigênio, nitrogênio e enxofre, além de carvão. A palavra petróleo (do latim *petra* = pedra e *oleum* = óleo) significa “óleo extraído da pedra”.

A formação das bacias petrolíferas

O petróleo é um líquido viscoso, com densidade menor do que a da água, geralmente de coloração escura, formado quase que exclusivamente por hidrocarbonetos.

De acordo com uma das teorias mais aceitas atualmente, o petróleo formou-se na Terra há milhões de anos a partir da decomposição de pequenos animais marinhos, do plâncton e da vegetação típica de regiões alagadiças que, depois de mortos, se misturavam à terra lamacenta dessas regiões formando camadas de material orgânico. Ao longo de milhões de anos, essas camadas foram sendo comprimidas pelas rochas que se depositaram acima delas, e o material orgânico foi lentamente decomposto, transformando-se, finalmente, em petróleo e gás de petróleo, que se formam juntos.

Carolina Biological/Glow Images



B



Thinkstock/Getty Images

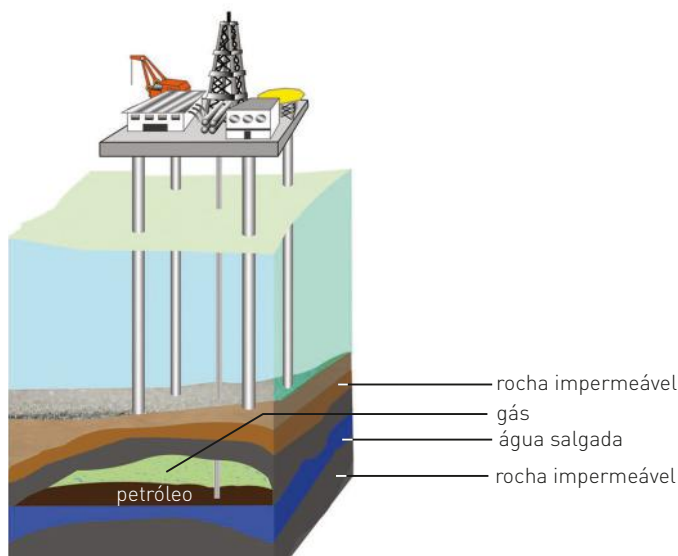
Organismos como o plâncton (A) e as algas (B), sob a ação de elevadas temperaturas, pressão por longos períodos de tempo e a ação de bactérias anaeróbicas, decompuseram-se originando o petróleo.

As rochas formadas dessa maneira são denominadas **rochas sedimentares**.

Algumas delas, por serem porosas, permitem a passagem tanto do petróleo como do gás natural. Estes, ao encontrarem rochas impermeáveis, acumulam-se, formando um bolsão, ou bacia, que em geral apresenta o aspecto mostrado na ilustração a seguir.

Dependendo da região onde o petróleo se formou, ele pode ter diferentes hidrocarbonetos em porcentagens diferentes em sua composição. O petróleo brasileiro apresenta predominância de alcanos, sendo denominado petróleo parafínico, enquanto o petróleo extraído no Oriente Médio tem uma porcentagem apreciável de hidrocarbonetos aromáticos.

O petróleo é encontrado nas bacias sedimentares e depressões geológicas que, ao longo dos tempos, foram preenchidas por rochas sedimentares.



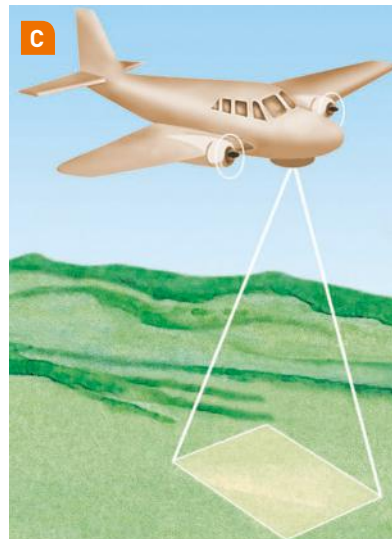
Milton Rodrigues/Arquivo da editora

A exploração do petróleo

A existência de depósitos de petróleo com interesse comercial depende de vários fatores:

- rochas sedimentares no subsolo;
- rochas que contenham a matéria-prima do petróleo;
- rochas impermeáveis com espaços vazios.

A exploração do petróleo pressupõe uma investigação de regiões com essas características, o que é feito a partir do estudo do relevo da região, de estudos geológicos da superfície e de processos geofísicos, que conseguem fazer uma verdadeira “radiografia” do subsolo, com o auxílio de aviões ou satélites.



// (A) Tanto os aviões quanto os satélites artificiais possuem equipamentos capazes de examinar o subsolo e indicar os locais mais prováveis de encontrar petróleo. (B) A perfuração, dependendo do tipo de solo, é programada para profundidades que variam de 800 m a 5 000 m e é feita com o auxílio de brocas de tungstênio ou de diamante, para rochas muito duras, e de brocas de dentes ou de lâminas, para rochas menos resistentes. (C) Representação de avião realizando aerofotogrametria.

Quando a perfuração é feita no mar, na chamada **plataforma continental**, utilizam-se plataformas de aço ou navios-sonda. Essas plataformas dispõem de três ou mais “pernas” que se apoiam no fundo do mar e atingem 150 m ou mais de comprimento, e sua altura pode ser regulada por complexos sistemas elétricos e hidráulicos, podendo ser rebocadas e colocadas na posição adequada.

Transporte e processamento do petróleo

Após a extração do petróleo, o transporte é feito por oleodutos até os portos de embarque. Grandes petroleiros continuam o transporte até os terminais marítimos a que se destinam, onde, novamente através de oleodutos, o petróleo é bombeado até seu destino final: as **refinarias**.

Nas refinarias é feita a separação dos constituintes do petróleo por meio de vários processos, como a destilação fracionada.

// Plataforma de petróleo na baía de Guanabara (RJ), 2018.





Destilação fracionada

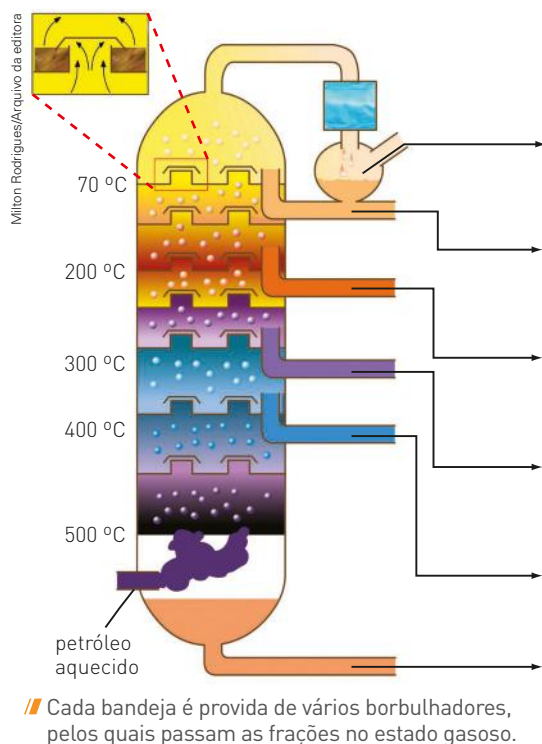
Inicialmente, o petróleo é aquecido em um forno, sendo parcialmente vaporizado, e direcionado para uma coluna de fracionamento provida de várias bandejas. A temperatura da coluna varia com a altura, sendo que, no topo, encontra-se a menor temperatura.

Os hidrocarbonetos de maiores massas molares, ainda líquidos, permanecem no fundo da coluna e são separados. Depois, sofrem destilação à pressão reduzida. Os mais leves, no estado gasoso, tendem a subir na coluna, resfriando-se. Quando esses vapores atingem uma bandeja com temperatura inferior à temperatura de ebulição de uma das frações, os vapores referentes a essa fração se condensam e são retirados da coluna. Os vapores restantes borbulham através dessa fração líquida e passam para a bandeja superior, onde o mesmo processo se repete e outra fração é liquefeita e retirada; isso ocorre sucessivamente ao longo de toda a coluna, que pode estar equipada com até 50 bandejas.

Na verdade, é impossível separar as frações de uma maneira eficiente na primeira vez em que o processo é efetuado, por isso ele deve ser repetido. Parte dos vapores que deveriam se liquefazer na primeira bandeja sobe para a segunda e só então se liquefaz. Comunicações externas à coluna permitem que o líquido obtido na segunda bandeja retorne à primeira. Dessa forma, nessa primeira bandeja ocorre uma revaporização dos componentes que vieram da segunda bandeja, mas os componentes da primeira bandeja permanecem líquidos e são retirados. Esse processo se repete várias vezes em cada bandeja.

O esquema a seguir mostra algumas frações retiradas do petróleo, sua constituição e sua faixa de temperatura de ebulição.

Por meio da destilação fracionada obtemos as **frações do petróleo**. Cada uma delas ainda é uma mistura de hidrocarbonetos formada por um número menor de substâncias, e sua separação só é possível porque as frações apresentam diferentes faixas de temperatura de ebulição. Refinaria Henrique Lage, São José dos Campos (SP), 2017.



Fração		Número de carbonos
gás		de 1 a 4
gasolina		de 5 a 10
querosene		de 12 a 18
óleo diesel		de 15 a 25
óleo lubrificante		acima de 17, com estruturas cíclicas
resíduo sólido: parafinas, ceras, asfalto, piche		mais de 20

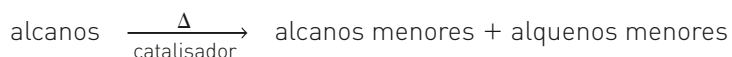
Fotos: Thinkstock/Getty Images

O resíduo líquido que ficou no fundo da coluna é levado para outra coluna, que apresenta pressão inferior à atmosférica, possibilitando que as frações mais pesadas entrem em ebulição a temperaturas mais baixas, evitando assim a quebra de suas moléculas. Dessa maneira, são obtidas novas frações do resíduo líquido: óleos lubrificantes, parafinas, graxas, óleo combustível e betume (utilizado no asfaltamento de estradas e na produção de impermeabilizantes).

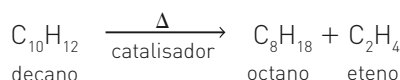
Concluída essa segunda etapa, ainda resta algum resíduo, que pode ser submetido a uma **pirólise** ou **craqueamento (cracking)**.

Craqueamento catalítico

Esse processo é executado em outra coluna de fracionamento e consiste na quebra de moléculas de cadeias longas, obtendo-se moléculas de cadeias menores, como alcanos menores e ainda alquenos, carvão e H_2 .



Veja um exemplo:



O craqueamento possibilita um aproveitamento quase integral do petróleo, propiciando uma economia expressiva e permitindo a obtenção de maiores quantidades de GLP (Gás Liquefeito de Petróleo), gasolina e outras frações que serão transformadas em diversos produtos indispensáveis em nosso dia a dia.



Thinkstock/Getty Images

É possível produzir maiores quantidades de gasolina, uma das frações do petróleo, por meio do craqueamento catalítico.

Isomerização

A palavra isômeros indica substâncias diferentes que têm a mesma fórmula molecular, mas diferentes fórmulas estruturais.

Na isomerização, os alcanos de cadeia normal, por meio de um aquecimento com catalisador, podem se transformar em alcanos de cadeia ramificada.



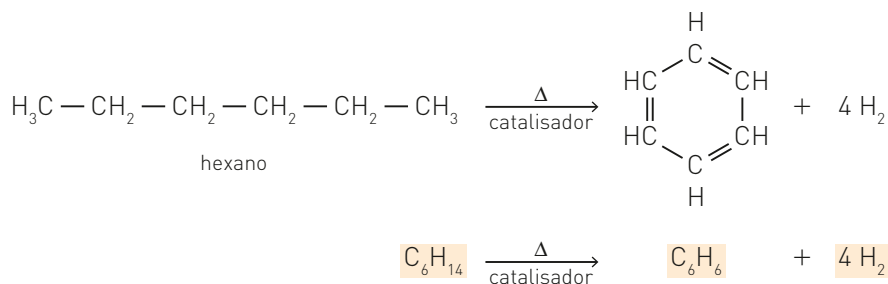
Os alcanos de cadeia ramificada aumentam a octanagem da gasolina.

Octanagem: medida da resistência à compressão.

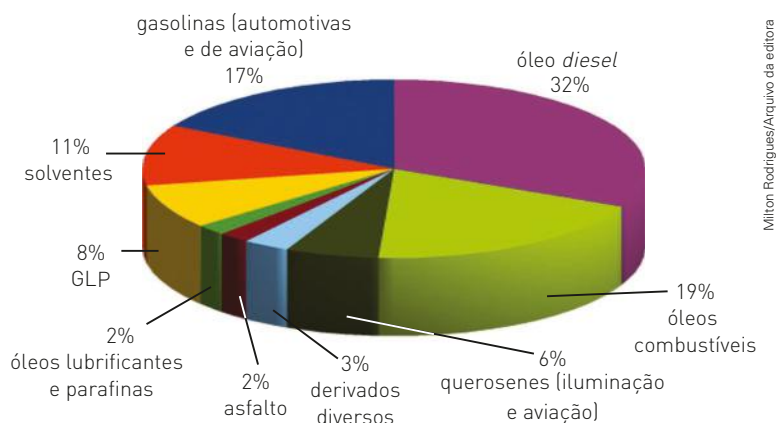
Reforma catalítica

A reforma catalítica permite a transformação de alcanos em aromáticos e libera gás hidrogênio.

Veja um exemplo:



A quantidade obtida de cada fração do petróleo depende de sua origem, dos recursos da refinaria e das necessidades do mercado consumidor em cada momento. No entanto, de modo geral, pode-se estabelecer uma porcentagem média dos derivados por barril de petróleo (volume do barril: 158 L), como indicado no gráfico.



Andrew J. Martinez/Photo Researchers/Getty Images



O xisto é uma rocha sedimentar, facilmente reconhecível por sua estrutura em lâminas, formada de matéria orgânica.

Xisto betuminoso

Além do petróleo e da hulha, outra fonte importante de hidrocarbonetos é o xisto. O xisto, ou, mais corretamente, o **folhelho betuminoso**, é o resultado de transformações sofridas por resíduos vegetais soterrados há milhões de anos, ou seja, é um tipo de carvão mineral.

O xisto, quando submetido a aquecimento, em temperaturas elevadas, libera um grande número de produtos, tais como: gasolina, óleo diesel, óleo combustível e gás liquefeito. Esses produtos são iguais a alguns dos obtidos a partir do petróleo.

Gás de xisto, um tema controverso

A tendência em incentivar a utilização do gás de xisto tem aumentado no Brasil nos últimos anos. A justificativa para esse argumento tem como exemplo os EUA, que teriam aumentado e barateado a sua produção de energia através da utilização do xisto.

Sua obtenção se dá por meio de uma técnica denominada **fraturamento hidráulico**, realizada em regiões de bacias sedimentares em que ocorre a reserva do gás. A extração e utilização do gás de xisto apresentam alguns prós e contras; vamos analisá-los separadamente.

Prós

O xisto é uma rocha capaz de produzir os mesmos subprodutos do petróleo. Essa fonte já foi apontada algumas vezes como o combustível do futuro, uma vez que suas reservas aproveitáveis no globo podem ser maiores do que as do petróleo.

Essa rocha pode ainda ser utilizada como fonte de matéria-prima para diversos tipos de indústrias, como, por exemplo, as de cimento e cerâmica. Há a possibilidade de utilização ainda no asfaltamento de ruas, devido à melhoria na aparência das vias, assim como a diminuição do custo, e na agricultura, sendo aplicado para a melhoria da fertilidade do solo. Mesmo com o grande número de questões ambientais, a exploração do gás de xisto cresceu muito nos EUA, onde está localizada a 4ª maior reserva do mundo.

Contras

Os aspectos negativos da utilização do xisto devem-se basicamente a sua forma de exploração. As substâncias químicas utilizadas não são divulgadas com precisão, no entanto é certo que o processo provoca a contaminação do solo e da água: o fraturamento hidráulico aumenta a permeabilidade da rocha, o que pode facilitar a contaminação de reservas de água subterrâneas, de rios e solo, e, consequentemente, prejudicar a saúde humana e a dos animais.

Acredita-se que a utilização do gás de xisto é ultrapassada, uma vez que é uma fonte de energia não renovável e contribui para o efeito estufa. A sua utilização é ainda pouco rentável, já que sua exploração diminui muito ao longo do tempo, o que leva empresas do setor a reduzirem consideravelmente seus investimentos.

No caso do Brasil, um agravante na utilização dessa fonte energética é que o país não possui uma rede que permita o uso direto do gás pelos consumidores, de modo que não contribuiria efetivamente para a nossa matriz energética, e muito menos para que ela seja limpa e renovável.

Fontes: BAITELLO, R. *Gás de xisto, um tema controverso*. Disponível em: <www.greenpeace.org/brasil/pt/Blog/gs-de-xisto-uma-ddiva-perigosa/blog/45220/>; GUIMARÃES, J. R. D. *Gás de xisto: revolução ou insanidade?* Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/terra-em-transe/gas-de-xisto-revolucao-ou-insanidade>>; RIBEIRO, W. C. *Gás "de xisto" no Brasil: uma necessidade? Estudos avançados*, São Paulo, v. 28, n. 82, p. 89-94, dez. 2014. Disponível em: <www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142014000300006&lng=en&nrm=iso>; SANTIADO, E. *Gás de xisto*. Disponível em: <www.infoescola.com/energia/gas-de-xisto/>. Acesso em: 13 abr. 2018.

EXPLORE SEU MUNDO

Os compostos derivados de petróleo não se restringem somente a combustíveis, estando presentes em diversos produtos de nosso dia a dia.

Observe ao seu redor e tente identificar, na sala de aula, quais materiais utilizados são derivados diretos ou indiretos do petróleo. Faça uma lista.

Fundamentando seus conhecimentos

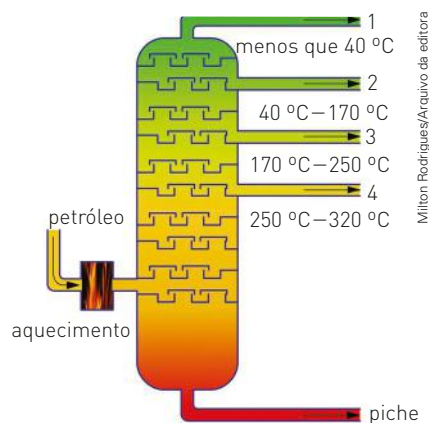
O petróleo é um líquido viscoso e escuro. A respeito dele, responda às questões **1 a 5**.

1. O petróleo é uma substância pura ou uma mistura?
2. Quando ocorre um vazamento de petróleo no mar, forma-se uma mancha escura sobre a superfície do mar. O que você pode concluir sobre sua densidade em relação à da água do mar?
3. Dê o nome do processo utilizado para a separação dos derivados do petróleo.
4. Cite cinco derivados do petróleo.
5. Entre os derivados do petróleo, temos: querosene, gasolina e óleo lubrificante.

Esses derivados são substâncias puras ou misturas?

O diagrama a seguir representa uma coluna de fracionamento.

Com base na ilustração, responda às questões **6 a 9**.



6. As temperaturas de ebulição do butano e do octano são, respectivamente, 0 °C e 126 °C. Indique seus estados físicos à temperatura ambiente e os pontos da coluna em que eles são coletados (1, 2, 3 ou 4).

7. Faça a associação correta.

Frações	Ponto de coleta
I. gasolina	1
II. óleo <i>diesel</i>	2
III. GLP	3
IV. querosene	4

8. Das frações mencionadas, qual apresenta a maior viscosidade?

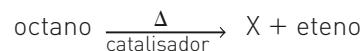
9. Faça a associação correta.

Frações	Componente
I. GLP	A. C_8H_{18}
II. óleo <i>diesel</i>	B. C_4H_{10}
III. gasolina	C. $C_{18}H_{38}$

10. O *cracking* é um processo que permite obter frações menores:

alcanos $\rightarrow$ alcanos + alquenos

O eteno é o composto orgânico mais utilizado no mundo e pode ser obtido pelos seguintes processos:

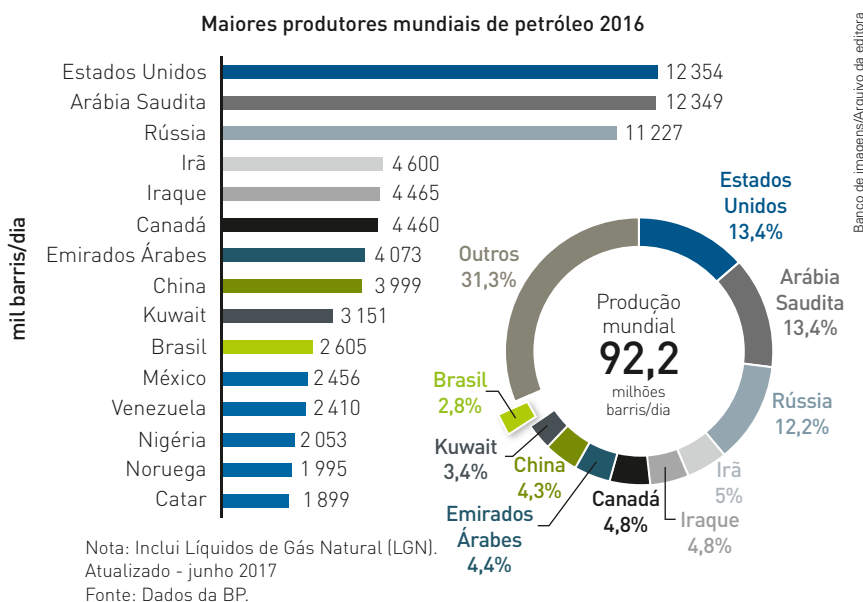


Escreva as equações que representam as reações utilizando as fórmulas moleculares.

Desenvolvendo seus conhecimentos

1. Não há dados precisos a respeito do volume total das reservas mundiais de petróleo, razão pela qual trabalhamos com seu valor estimado. Esse valor tem sido alterado, nos últimos anos, em virtude da descoberta de novas jazidas petrolíferas na camada do pré-sal, principalmente na costa do Sudeste do Brasil e na costa do oeste da África.

O gráfico a seguir mostra a média da produção mundial em 2016, em milhões de barris por dia.



Fonte: <www.ibp.org.br/observatorio-do-setor/maiores-produtores-de-petroleo-e-lgn-em-2016/>. Acesso em: 13 abr. 2018.

Considerando os dados fornecidos, responda aos itens.

- Qual é o maior produtor mundial de petróleo?
- Faça uma estimativa da produção de petróleo do Brasil, em milhões de barris por dia, em 2016.
- Quais são os países que mais produzem petróleo na América do Sul?
- Qual é o maior produtor de petróleo da América do Norte?
- Os maiores produtores de petróleo estão localizados no hemisfério norte ou no hemisfério sul?
- Sabendo que o volume de um barril de petróleo é de aproximadamente 160 L, calcule o volume de petróleo, em litros, produzido diariamente no Canadá.

2. (Enem) Para compreender o processo de exploração e o consumo dos recursos petrolíferos, é fundamental conhecer a gênese e o processo de formação do petróleo descritos no texto abaixo.

“O petróleo é um combustível fóssil, originado provavelmente de restos de vida aquática acumulados no fundo dos oceanos primitivos e cobertos por sedimentos. O tempo e a pressão do sedimento sobre o material depositado no fundo do mar transformaram esses restos em massas viscosas de coloração negra denominadas jazidas de petróleo.”

Adaptado de: TUNDISI, H. da S. F. *Usos de energia*. São Paulo: Atual, 1991.

As informações do texto permitem afirmar que:

- a) o petróleo é um recurso energético renovável a curto prazo, em razão de sua constante formação geológica.
 - b) a exploração de petróleo é realizada apenas em áreas marinhas.
 - c) a extração e o aproveitamento do petróleo são atividades não poluentes dada sua origem natural.
 - d) o petróleo é um recurso energético distribuído homogeneamente, em todas as regiões, independentemente da sua origem.
 - ☒ e) o petróleo é um recurso não renovável a curto prazo, explorado em áreas continentais de origem marinha ou em áreas submarinas.
3. (Enem) A energia elétrica necessária para alimentar uma cidade é obtida, em última análise, a partir da energia mecânica. A energia mecânica, por sua vez, pode estar disponível em uma queda-d'água (usina hidrelétrica), nos ventos (usina eólica) ou em vapor de água a alta pressão que, quando liberado, aciona a turbina acoplada ao gerador de energia elétrica (usina termelétrica). No caso de uma termelétrica, é necessária a queima de algum combustível (fonte de energia) para que ocorra o aquecimento da água. As alternativas abaixo apresentam algumas fontes de energia que são usadas nesses processos. Assinale aquela que contém *somente* fontes renováveis de energia:
- a) óleo *diesel* e bagaço de cana-de-açúcar.
 - b) carvão mineral e carvão vegetal.
 - c) óleo *diesel* e carvão mineral.
 - ☒ d) carvão vegetal e bagaço de cana-de-açúcar.
 - e) carvão mineral e cana-de-açúcar.

4. (Enem) As previsões de que, em poucas décadas, a produção mundial de petróleo possa vir a cair têm gerado preocupação, dado seu caráter estratégico. Por essa razão, em especial no setor de transportes, intensificou-se a busca por alternativas para a substituição do petróleo por combustíveis renováveis. Nesse sentido, além da utilização de álcool, vem se propondo, no Brasil, ainda que de forma experimental:

- a) a mistura de percentuais de gasolina cada vez maiores no álcool.
- b) a extração de óleos de madeira para sua conversão em gás natural.
- ☒ c) o desenvolvimento de tecnologias para a produção de biodiesel.
- d) a utilização de veículos com motores movidos a gás do carvão mineral.
- e) a substituição da gasolina e do *diesel* pelo gás natural.

5. (Enem) É recente o lançamento no mercado automobilístico de automóveis cujos motores funcionam tanto com álcool quanto com gasolina ou com os dois combustíveis misturados. São os chamados “autos bicombustíveis”.

Considere as informações sobre o álcool e a gasolina apresentadas a seguir:

- I. O álcool é uma fonte de energia renovável e a sua combustão completa não deixa resíduos poluentes na atmosfera.
- II. A gasolina é uma fonte de energia não renovável e a sua combustão deixa resíduos poluentes na atmosfera, como o monóxido de carbono, o óxido de enxofre e outros.
- III. Na cidade, com gasolina, um modelo de automóvel roda 10,0 km por litro, média que cai para 7,2 km por litro com álcool.
- IV. Os preços do litro de gasolina e de álcool são respectivamente R\$ 2,00 e R\$ 1,00.

De acordo com essas informações, assinale a alternativa correta.

- a) O proprietário de um automóvel bicombustível, se estiver atento ao problema da poluição atmosférica, dará preferência à gasolina.
- b) O proprietário de um automóvel bicombustível cujo tanque tem 50 L, caso viaje por uma estrada em que postos de combustível são separados por 400 km, deve abastecê-lo com álcool.
- c) Para o proprietário de um automóvel bicombustível, o uso do álcool como combustível não traz nenhuma compensação, pois o seu consumo é maior que o da gasolina.

- x d) O proprietário de um automóvel bicombustível deve dar preferência ao uso do álcool como combustível, pois, apesar do maior consumo, não polui, custa menos e é uma fonte de energia renovável.
- e) O proprietário de um automóvel bicombustível deve usar gasolina, pois esse combustível melhora o desempenho do veículo.

6. (Enem) O quadro apresenta a composição do petróleo.

Fração	Faixa de tamanho das moléculas	Faixa de ponto de ebulição (°C)	Usos
Gás	C ₁ a C ₅	-160 a 30	combustíveis gasosos
Gasolina	C ₅ a C ₁₂	30 a 200	combustível de motor
Querosene	C ₁₂ a C ₁₈	180 a 400	diesel e combustível de alto-forno
Lubrificantes	maior que C ₁₆	maior que 350	lubrificantes
Parafinas	maior que C ₂₋	sólidos de baixa fusão	velas e fósforos
Asfalto	maior que C ₃₋	resíduos pastosos	pavimentação

BROWN, T. L. et al. *Química: a ciência central*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

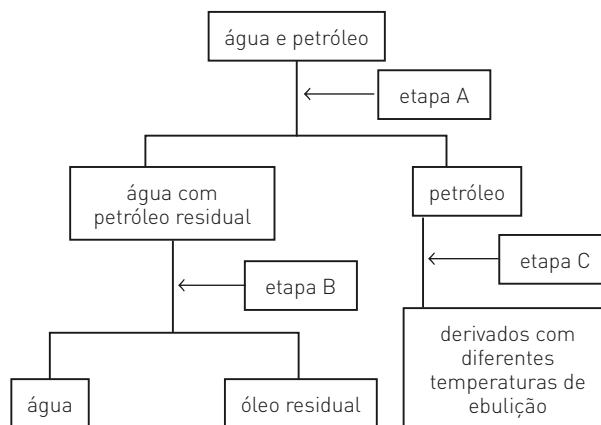
Para a separação dos constituintes com o objetivo de produzir a gasolina, o método a ser utilizado é a:

- a) filtração.
- x b) destilação.
- c) decantação.
- d) precipitação.
- e) centrifugação.
7. (Enem) A fotossíntese é muito importante para a vida na Terra. Nos cloroplastos dos organismos fotossintetizantes, a energia solar é convertida em energia química, que, em conjunto com água e gás carbônico (CO₂), é utilizada na síntese de compostos orgânicos (carboidratos). A fotossíntese é o único processo de importância biológica capaz de realizar essa conversão. Todos os organismos, incluindo os produtores, aproveitam a energia armazenada nos carboidratos para impulsionar processos celulares, liberando CO₂ para

a atmosfera e água para a célula por meio da respiração celular. Além disso, grande fração dos recursos energéticos do planeta, produzidos tanto no presente (biomassa) como em tempos remotos (combustível fóssil), é resultante da atividade fotossintética.

As informações sobre obtenção e transformação dos recursos naturais por meio dos processos vitais de fotossíntese e respiração, descritas no texto, permitem concluir que:

- a) o CO₂ e a água são moléculas de alto teor energético.
- b) os carboidratos convertem energia solar em energia química.
- x c) a vida na Terra depende, em última análise, da energia proveniente do Sol.
- d) o processo respiratório é responsável pela retirada de carbono da atmosfera.
- e) a produção de biomassa e de combustível fóssil, por si, é responsável pelo aumento de CO₂ atmosférico.
8. Considere o fluxograma a seguir, que mostra uma sequência de procedimentos utilizados para separação e produção de derivados de petróleo.



A respeito desses procedimentos, responda aos itens:

- Qual é o nome do processo de separação usado na etapa A?
- Os sistemas obtidos após o processo da etapa A são substâncias puras ou misturas?
- Qual é o nome do processo de separação usado na etapa C?
- Qual é o nome do aparelho de vidro que poderia ser usado na etapa A, se esta fosse realizada, em pequena escala, em um laboratório?

9. (IFSC)

“A Petrobras bateu mais um recorde mensal na extração de petróleo na camada do Pré-Sal. Em julho, a produção operada pela empresa chegou a 798 mil barris por dia (bpd), 6,9% acima do recorde histórico batido no mês anterior. No dia 8 de julho, também foi atingido recorde de produção: foram produzidos 865 mil barris por dia (bpd). Essa produção não inclui a extração de gás natural.”

(Fonte: <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2015/08/pre-sal-novo-recorde-na-producao-de-petroleo-mensal>)

Com base no assunto da notícia acima, assinale a alternativa CORRETA.

- ☒ a) O gás natural é uma mistura de gases, sendo que o principal constituinte é o metano, de fórmula molecular CH_4 .
- ☐ b) O petróleo é utilizado somente para a produção de combustíveis e poderia ser totalmente substituído pelo etanol, menos poluente.
- ☐ c) A camada do Pré-Sal se encontra normalmente próxima a vulcões onde, há milhares de anos, o petróleo se originou a partir de substâncias inorgânicas.
- ☐ d) As substâncias que compõem o petróleo são hidrocarbonetos como: ácidos graxos, éteres e aldeídos.
- ☐ e) As diferentes frações do petróleo são separadas em uma coluna de destilação, onde as moléculas menores como benzeno e octano são retiradas no topo e as moléculas maiores como etano e propano são retiradas na base da coluna.

10. (UPE) Leia os versos da letra da música transcrita a seguir:

MOVIDO À ÁGUA

Existe o carro movido à gasolina, existe o carro movido a óleo *diesel*,

Existe o carro movido a álcool, existe o carro movido a eletricidade,

Existe o carro movido a gás de cozinha.

Eu descubro o carro movido à água, eu quase, eu grito, eureka, eureka, eurico

Aí saquei que a água ia ficar uma nota e os açudes iam tudo ceará

Os rios não desaguariam mais no mar, nem o mar mais virar sertão.

Nem o sertão mais virar mar.

Banho? Nem de sol.

Chamei o anjo e devolvi a descoberta para o infinito

Aleguei ser um invento inviável, só realizável por obra e graça do Santo Espírito.

Agora eu tô bolando um carro movido a bagulhos, dejetos, restos, fezes,

Detritos, fezes, três vezes estrume, um carro de luxo movido a lixo,

Um carro pra sempre movido à bosta de gente.

ASSUMPÇÃO, I. *Movido à água*. Sampa Midnight: isso não vai ficar assim, São Paulo: Independente, 1986. 1 CD, faixa 4. (Adaptado).

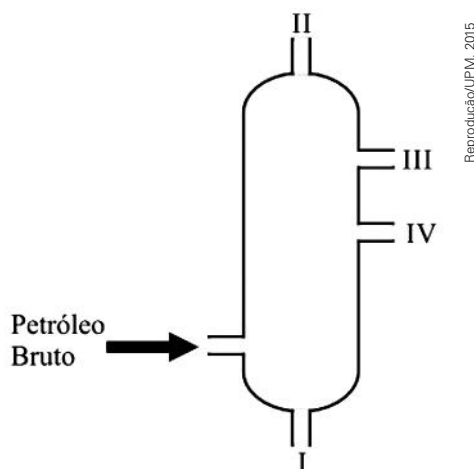
O combustível imaginado para viabilizar o invento proposto nesses versos é a(o):

- a) H_2O .
- b) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$.
- ☒ c) CH_4 .
- d) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$.
- e) mistura de C_8H_{18} .

11. (UFSM-RS) O petróleo é fundamental ao conforto da nossa sociedade de consumo. Entretanto, em bombásticas notícias sobre derramamentos em mares e oceanos, torna-se vilão terrível. O petróleo bruto não é miscível com a água, pois seus constituintes:

- ☒ a) são formados principalmente por átomos de carbono e hidrogênio em moléculas apolares.
- ☐ b) possuem muitos grupos funcionais capazes de formar ligações de hidrogênio com a água.
- ☐ c) formam substâncias iônicas contendo átomos de C, O e H.
- ☐ d) possuem muitos grupos funcionais hidrofílicos.
- ☐ e) são formados por átomos de carbono, hidrogênio e nitrogênio com muitas ligações peptídicas.

12. (UPM-SP) A destilação fracionada é um processo de separação no qual se utiliza uma coluna de fracionamento, separando-se diversos componentes de uma mistura homogênea, que apresentam diferentes pontos de ebulição. Nesse processo, a mistura é aquecida e os componentes com menor ponto de ebulição são separados primeiramente pelo topo da coluna. Tal procedimento é muito utilizado para a separação dos hidrocarbonetos presentes no petróleo bruto, como está representado na figura abaixo.



Assim, ao se realizar o fracionamento de uma amostra de petróleo bruto os produtos recolhidos em I, II, III e IV são, respectivamente:

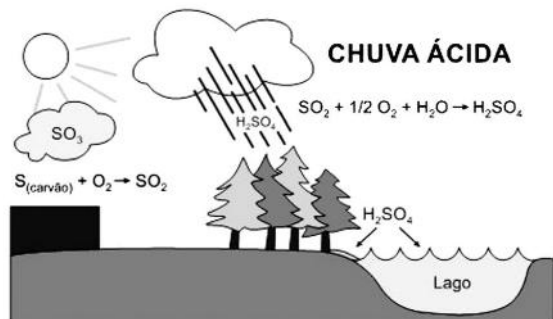
- a) gás de cozinha, asfalto, gasolina e óleo *diesel*.
- b) gás de cozinha, gasolina, óleo *diesel* e asfalto.
- ☒ c) asfalto, gás de cozinha, gasolina e óleo *diesel*.
- d) asfalto, gasolina, gás de cozinha e óleo *diesel*.
- e) gasolina, gás de cozinha, óleo *diesel* e asfalto.

13. [CPS-SP] O fenômeno da chuva ácida está relacionado ao aumento da poluição em regiões industrializadas. Os agentes poluentes são distribuídos pelos ventos, causando danos à saúde humana e ao meio ambiente.

Gases gerados pelas indústrias, veículos e usinas energéticas reagem com o vapor de água existente na atmosfera, formando compostos ácidos que se acumulam em nuvens, ocorrendo, assim, a condensação, da mesma forma como são originadas as chuvas comuns.

Um desses gases, o SO_2 é proveniente da combustão do enxofre, impureza presente em combustíveis fósseis, como o carvão e derivados do petróleo. Ele leva à formação do ácido sulfúrico.

O esquema ilustra esse processo.



<<http://tinyuri.com/hh8kmmh>>. Acesso em: 09.09.16. Adaptado. Original colorido.

Uma forma de atenuar o fenômeno descrito seria a retirada do enxofre dos combustíveis derivados do petróleo, como o *diesel* e o óleo combustível. Esses dois combustíveis são obtidos do petróleo por:

- a) filtração.
 - b) sublimação.
 - c) decantação.
 - d) fusão fracionada.
 - ☒ e) destilação fracionada.
14. [EEM-SP] As figuras a seguir representam equipamentos que realizam uma mesma operação em escala laboratorial e industrial.



- a) Como se chama a operação realizada por esses equipamentos?
- b) Dê um exemplo de mistura que possa ser fracionada por meio dessa operação.

15. [Fuvest-SP] O craqueamento catalítico é um processo utilizado na indústria petroquímica para converter algumas frações do petróleo que são mais pesadas (isto é, constituídas por compostos de massa molar elevada) em frações mais leves, como a gasolina e o GLP, por exemplo. Nesse processo, algumas ligações químicas nas moléculas de grande massa molecular são rompidas, sendo geradas moléculas menores. A respeito desse processo, foram feitas as seguintes afirmações:

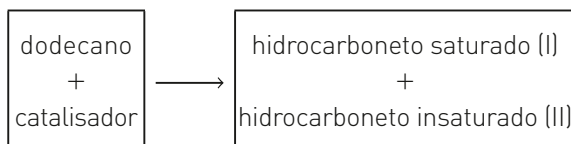
- I. O craqueamento é importante economicamente, pois converte frações mais pesadas de petróleo em compostos de grande demanda.
- II. O craqueamento libera grande quantidade de energia, proveniente da ruptura de ligações químicas nas moléculas de grande massa molecular.
- III. A presença de catalisador permite que as transformações químicas envolvidas no craqueamento ocorram mais rapidamente.

Está correto o que se afirma em:

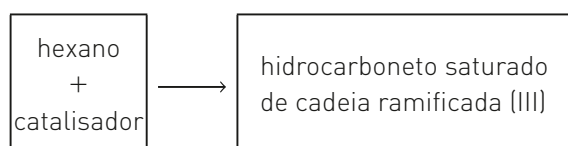
- a) I, apenas.
- b) II, apenas.
- ☒ c) I e III, apenas.
- d) I, II e III.

16. (UFPI) Craqueamento e reformação catalítica são processos químicos utilizados na indústria de refinação de petróleo para obtenção de gasolina com um melhor índice de octanagem. Dadas as equações das reações de craqueamento (reação 1) e de reformação (reação 2) a seguir, escolha a alternativa que apresenta os nomes dos produtos de I a III.

Reação 1:

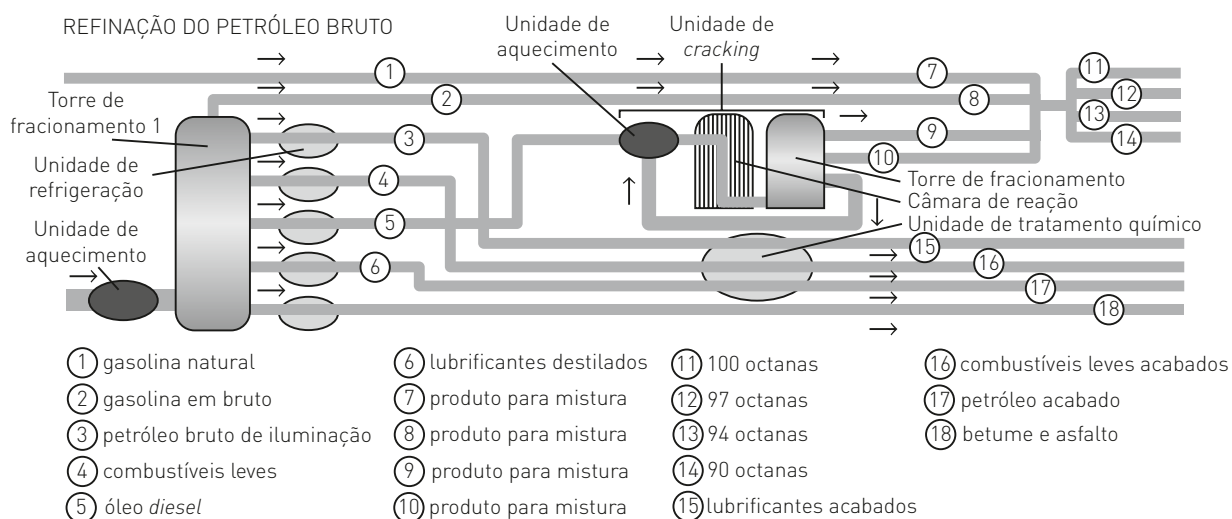


Reação 2:



	Produto I	Produto II	Produto III
a)	hexano	hex-1-eno	iso-heptano
b)	hex-1-eno	hexano	iso-heptano
x c)	hexano	hex-1-eno	2-metilpentano
d)	hex-1-eno	hexano	2-metilpentano
e)	hexano	ciclo-hexeno	3-metil-hexano

17. A gasolina é um dos numerosos produtos derivados do petróleo bruto, que é fracionado nas refinarias numa torre metálica.



O petróleo é aquecido num forno até a temperatura que garanta a vaporização de todos os produtos a serem extraídos. À medida que o vapor sobe na coluna da torre de separação, vai-se condensando em níveis diferentes. A gasolina obtida tem um índice de octana baixo, pelo que terá que ser tratada a fim de se obter um índice de octana mais elevado.

O processo de fracionamento empregado no refino do petróleo cru ocorrido na torre 1 é a:

- x a) destilação fracionada.
b) destilação simples.
c) decantação.
d) filtração a vácuo.

Desafiando seus conhecimentos

1. (UEM-PR) O grande dilema da utilização indiscriminada de petróleo hoje em dia como fonte de energia é que ele também é fonte primordial de matérias-primas industriais, ou seja, reagentes que, submetidos a diferentes reações químicas, geram milhares de novas substâncias importantíssimas para a sociedade. A esse respeito, assinale o que for correto.

- 01) O craqueamento do petróleo visa a transformar moléculas gasosas de pequena massa molar em compostos mais complexos a serem utilizados nas indústrias químicas.
- x 02) A destilação fracionada do petróleo separa grupos de compostos em faixas de temperatura de ebulição diferentes.
- 04) A gasolina é o nome dado à substância n-octano, obtida na destilação fracionada do petróleo.
- x 08) O resíduo do processo de destilação fracionada do petróleo apresenta-se como um material altamente viscoso usado como piche e asfalto.
- x 16) Grande parte dos plásticos utilizados hoje em dia tem como matéria-prima o petróleo.

2. (UEPG-PR) Com relação ao petróleo e seus derivados obtidos por meio de destilação, assinale o que for correto.

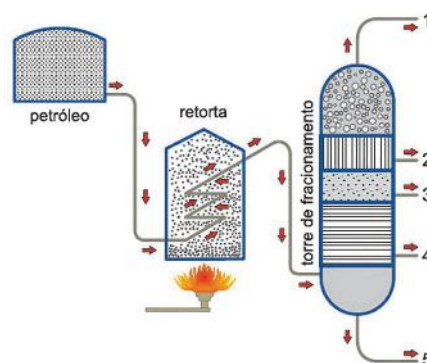
- x 01) O composto CH_4 , o principal componente do gás natural veicular (GNV), corresponde a uma fração da destilação do petróleo.
- x 02) O craqueamento do petróleo consiste na decomposição sob altas temperaturas de moléculas de hidrocarbonetos de menor peso molecular.
- x 04) A octanagem da gasolina se refere à porcentagem em sua composição de hidrocarbonetos com cadeias de oito átomos de carbono, saturadas e alicíclicas.
- x 08) O gás de cozinha, também denominado gás liquefeito de petróleo (GLP), é formado principalmente por propano e butano.
- 16) Na destilação do petróleo, os compostos obtidos nas primeiras frações apresentam cadeias maiores e mais estáveis.

3. (UEM-PR) O petróleo, uma combinação complexa de hidrocarbonetos, composta na sua maioria de hidrocarbonetos alifáticos, cíclicos e aromáticos, é uma das mais importantes fontes de energia. Além disso, é uma importante matéria-prima que permite a obtenção de novas substâncias de interesse na sociedade, como plásticos e tintas,

entre outros produtos. Com base nessas informações, assinale o que for correto.

- x 01) No processo de fracionamento do petróleo, a gasolina, formada por hidrocarbonetos contendo de 5 a 10 átomos de carbono, sai da coluna de fracionamento antes da fração contendo querosene, formado por hidrocarbonetos contendo de 11 a 22 átomos de carbono.
- 02) Polímeros sintéticos de condensação podem ser obtidos a partir do resíduo de petróleo.
- x 04) Os cicloalcanos com anéis de cinco e seis átomos de carbono são mais abundantes no petróleo, devido à maior estabilidade química desses anéis em relação aos de três e quatro membros.
- 08) O petróleo é utilizado como fonte de matéria-prima devido à alta reatividade química dos alcanos presentes, sendo que esses podem ser transformados em outras substâncias a partir de reações de substituição nucleofílica, adição e eliminação.
- 16) O craqueamento tem por objetivo melhorar o processo de refino do petróleo.

4. (Unifesp) A figura mostra o esquema básico da primeira etapa do refino do petróleo, realizada à pressão atmosférica, processo pelo qual ele é separado em misturas com menor número de componentes (fracionamento do petróleo).



(Petrobras. *O petróleo e a Petrobras em perguntas*, 1986. Adaptado.)

- a) Dê o nome do processo de separação de misturas pelo qual são obtidas as frações do petróleo e o nome da propriedade específica das substâncias na qual se baseia esse processo.
- b) Considere as seguintes frações do refino do petróleo e as respectivas faixas de átomos de carbono: gás liquefeito de petróleo (C_3 a C_4) gasolina (C_5 a C_{12}) óleo combustível ($> \text{C}_{20}$) óleo diesel (C_{12} a C_{20}) querosene (C_{12} a C_{16}). Identifique em qual posição (1, 2, 3, 4 ou 5) da torre de fracionamento é obtida cada uma dessas frações.

5. (UEM-PR) Assinale o que for correto.
- 01) O gás liquefeito de petróleo (GLP) é uma das primeiras frações a ser obtida no processo de destilação fracionada, sendo composto por hidrocarbonetos de cadeia longa ($C_{18} - C_{25}$).
- X 02) Uma das teorias mais aceitas atualmente para a origem do petróleo admite que este veio a se formar a partir de matéria orgânica.
- X 04) O petróleo é um óleo normalmente escuro, formado quase que exclusivamente por hidrocarbonetos. Além dos hidrocarbonetos, há pequenas quantidades de substâncias contendo nitrogênio, oxigênio e enxofre.
- X 08) O craqueamento catalítico converte óleos de cadeia grande em moléculas menores, que podem ser usadas para compor, entre outros produtos, a gasolina.
- 16) A ramificação das cadeias carbônicas dos compostos que formam a gasolina não é algo desejável, uma vez que isso diminui a octanagem do combustível.

6. (Uerj) O petróleo contém hidrocarbonetos policíclicos aromáticos que, absorvidos por partículas em suspensão na água do mar, podem acumular-se no sedimento marinho. Quando são absorvidos por peixes, esses hidrocarbonetos são metabolizados por enzimas oxidases mistas encontradas em seus fígados, formando produtos altamente mutagênicos e carcinogênicos. A concentração dessas enzimas no fígado aumenta em função da dose de hidrocarboneto absorvida pelo animal. Em um trabalho de monitoramento, quatro gaiolas contendo, cada uma, peixes da mesma espécie e tamanho foram colocadas em pontos diferentes no fundo do mar, próximos ao local de um derramamento de petróleo. Uma semana depois, foi medida a atividade média de uma enzima oxidase mista nos fígados dos peixes de cada gaiola. Observe os resultados encontrados na tabela a seguir:

Número da gaiola	Atividade média da oxidase mista $\left[\frac{\text{unidades}}{\text{grama de fígado}} \right]$
1	$1,0 \cdot 10^{-2}$
2	$2,5 \cdot 10^{-3}$
3	$4,3 \cdot 10^{-3}$
4	$3,3 \cdot 10^{-2}$

A gaiola colocada no local mais próximo do derramamento de petróleo é a de número:

- a) 1. b) 2. c) 3. X d) 4.

7. (IFPE) O petróleo é uma mistura de várias substâncias, que podem ser separadas por um método adequado. A gasolina, o querosene e o óleo diesel são algumas das frações do petróleo.

Plataforma marítima de extração de petróleo

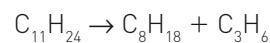


Reprodução/IFPE, 2016

Extraído de:
TITO e CANTO. *Química*.
5ª ed. São Paulo:
Moderna, 2009. p. 53.
vol. 1.

Analise cada alternativa abaixo e indique a única verdadeira.

- a) A gasolina vendida em Recife é de excelente qualidade por ser considerada uma substância pura.
- X b) A combustão completa da gasolina libera um gás que contribui para o aquecimento global.
- c) O petróleo é inesgotável e é considerado um material renovável.
- d) Um determinado aluno deixou cair acidentalmente 1 litro de gasolina dentro de um aquário contendo 8 litros de água e verificou a formação de um sistema homogêneo.
- e) O processo de extração do petróleo através da plataforma marítima é totalmente seguro, não se tem conhecimento, até hoje, de nenhum acidente que tenha causado danos aos seres vivos.
8. (Unifesp) Foram feitas as seguintes afirmações com relação à reação representada por:



- I. É uma reação que pode ser classificada como craqueamento.
- II. Na reação, forma-se um dos principais constituintes da gasolina.
- III. Um dos produtos da reação é um gás à temperatura ambiente.

Quais das afirmações são verdadeiras?

- a) I apenas. d) II e III apenas.
- b) I e II apenas. X e) I, II e III.
- c) I e III apenas.

9. (UCS-RS)

O Pré-Sal é uma faixa que se estende ao longo de 800 quilômetros entre os Estados de Santa Catarina e do Espírito Santo, abaixo do leito do mar, e engloba três bacias sedimentares (Espírito Santo, Campos e Santos). O petróleo encontrado nessa área está a profundidades que superam os 7 000 metros, abaixo de uma extensa camada de sal que conserva sua qualidade. A meta da Petrobrás é alcançar, em 2017, uma produção diária superior a um milhão de barris de óleo nas áreas em que opera.

Disponível em: <http://www.istoe.com.br/reportagens/117228_PRE+SAL+UM+BILHETE+PREMIADO>. Acesso em: 2 mar. 15. (Adaptado.)

Em relação ao petróleo e aos seus derivados, assinale a alternativa correta.

- a) A refinação do petróleo e a separação de uma mistura complexa de hidrocarbonetos em misturas mais simples, com um menor número de componentes, denominadas frações do petróleo. Essa separação é realizada por meio de um processo físico denominado destilação simples.
- ✗ b) Os antidetonantes são substâncias químicas que, ao serem misturadas a gasolina, aumentam sua resistência à compressão e consequentemente o índice de octanagem.
- c) O craqueamento do petróleo permite transformar hidrocarbonetos aromáticos em hidrocarbonetos de cadeia normal, contendo em geral o mesmo número de átomos de carbono, por meio de aquecimento e catalisadores apropriados.
- d) A gasolina é composta por uma mistura de alcanos, que são substâncias químicas polares e que apresentam alta solubilidade em etanol.
- e) A combustão completa do butano, um dos principais constituintes do gás natural, é um exemplo de reação de oxirredução, na qual o hidrocarboneto é o agente oxidante e o gás oxigênio presente no ar atmosférico é o agente redutor.

10. (Unirio-RJ)

“O petróleo, que só vinha trazendo más notícias para o Brasil por causa do aumento do preço internacional, deu alegrias na semana passada. O anúncio da descoberta de um campo na Bacia

de Santos, na última terça-feira, teve efeito imediato nas bolsas de valores.”

(Revista *Veja*, set. 1999.)

O petróleo, na forma em que é extraído, não apresenta praticamente aplicação comercial, sendo necessária a sua separação em diferentes frações. A separação dessas frações é feita considerando o fato de que cada uma delas apresenta um ponto de ebulição diferente. Dentre os compostos a seguir, a fração que apresenta o maior ponto de ebulição é o(a):

- a) gás natural.
- b) óleo *diesel*.
- c) querosene.
- d) gasolina.
- ✗ e) parafina.

11. (IFBA) O gás de cozinha contém GLP (gases liquefeitos de petróleo) uma mistura constituída, principalmente, por 50% em volume de butano, C_4H_{10} e 50% em volume de propano, C_3H_8 . Obtém-se o GLP em uma das etapas iniciais do refino do petróleo, a destilação e uma forma de armazená-lo é em botijões que devem ser comercializados, manuseados e utilizados respeitando-se algumas normas de segurança.

A destilação permite a separação de várias frações de hidrocarbonetos constituintes do petróleo. Dessa forma, ao se levar em conta as propriedades dos compostos e das misturas, bem como o processo de separação das frações do petróleo, pode-se afirmar que

- a) a destilação do petróleo, à pressão atmosférica, permite separar os hidrocarbonetos através de um processo químico.
- ✗ b) as forças intermoleculares predominantes nos hidrocarbonetos saturados do petróleo são do tipo dispersão de London.
- c) devido à alta concentração de eletrólitos na água do mar, esta solubiliza o petróleo em maior proporção que a água pura.
- d) as frações de destilado que contêm o butano e o propano são obtidas com destilação à pressão reduzida do petróleo.
- e) o propano e o 2-metilpropano são gases à temperatura ambiente sendo que o 2-metilpropano tem maior momento de dipolo devido à ramificação da cadeia carbônica.

12. [FGV-SP]

De acordo com dados da Agência Internacional de Energia (AIE), aproximadamente 87% de todo o combustível consumido no mundo são de origem fóssil. Essas substâncias são encontradas em diversas regiões do planeta, no estado sólido, líquido e gasoso e são processadas e empregadas de diversas formas.

(www.brasilecola.com/geografia/combustiveis-fosseis.htm. Adaptado)

Por meio de processo de destilação seca, o combustível I dá origem à matéria-prima para a indústria de produção de aço e alumínio.

O combustível II é utilizado como combustível veicular, em usos domésticos, na geração de energia elétrica e também como matéria-prima em processos industriais.

O combustível III é obtido por processo de destilação fracionada ou por reação química, e é usado como combustível veicular.

Os combustíveis de origem fóssil I, II e III são, correta e respectivamente:

- a) carvão mineral, gasolina e gás natural.
- ✗ b) carvão mineral, gás natural e gasolina.
- c) gás natural, etanol e gasolina.
- d) gás natural, gasolina e etanol.
- e) gás natural, carvão mineral e etanol.

13. [Enem]

“A idade da pedra chegou ao fim, não porque faltassem pedras; a era do petróleo chegará igualmente ao fim, mas não por falta de petróleo.”

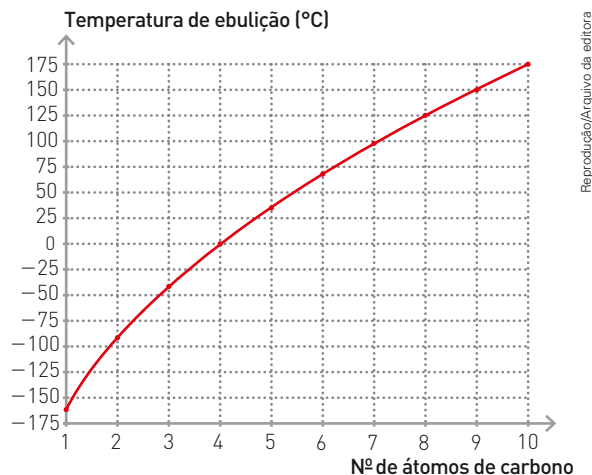
Xeque Yamani, ex-ministro do Petróleo da Arábia Saudita. O Estado de S. Paulo, 20 ago. 2001.

Considerando as características que envolvem a utilização das matérias-primas citadas no texto em diferentes contextos histórico-geográficos, é correto afirmar que, de acordo com o autor, a exemplo do que aconteceu na Idade da Pedra, o fim da era do petróleo estaria relacionado:

- a) à redução e ao esgotamento das reservas de petróleo.
 - ✗ b) ao desenvolvimento tecnológico e à utilização de novas fontes de energia.
 - c) ao desenvolvimento dos transportes e consequente aumento do consumo de energia.
 - d) ao excesso de produção e consequente desvalorização do barril de petróleo. à diminuição das ações humanas sobre o meio ambiente.
14. [Fesp-SP] O *cracking* das frações médias da destilação do petróleo é, hoje, uma tecnologia empregada na maioria das refinarias porque:

- a) aumenta o rendimento em óleos lubrificantes.
- b) economiza energia térmica no processo de destilação.
- c) permite a utilização de equipamento mais compacto.
- d) facilita a destilação do petróleo.
- ✗ e) aumenta o rendimento em frações leves.

15. (UFPR) Recentemente, anunciou-se que o Brasil atingiu a autossuficiência na produção do petróleo, uma importantíssima matéria-prima que é a base da moderna sociedade tecnológica. O petróleo é uma complexa mistura de compostos orgânicos, principalmente hidrocarbonetos. Para a sua utilização prática, essa mistura deve passar por um processo de separação denominado destilação fracionada, em que se discriminam frações com diferentes temperaturas de ebulição. O gráfico ao lado contém os dados dos pontos de ebulição de alcanos não ramificados, do metano até o decano.



Com base no gráfico, considere as seguintes afirmativas:

1. CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 e C_4H_{10} são gasosos à temperatura ambiente (cerca de 25 °C).
 2. O aumento da temperatura de ebulição com o tamanho da molécula é o reflexo do aumento do momento dipolar da molécula.
 3. Quando se efetua a separação dos referidos alcanos por destilação fracionada, destilam-se inicialmente os que têm moléculas maiores.
 4. Com o aumento do tamanho da molécula, a magnitude das interações de Van der Waals aumenta, com o consequente aumento da temperatura de ebulição.
- a) Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.
 - b) Somente as afirmativas 1 e 3 são verdadeiras.
 - ✗ c) Somente as afirmativas 1 e 4 são verdadeiras.
 - d) Somente as afirmativas 2 e 3 são verdadeiras.

Combustão

Uma das principais aplicações dos derivados de petróleo é a produção de energia para diversas finalidades, como o funcionamento de motores, a iluminação, os aquecimentos industrial e doméstico e a geração de energia elétrica.

A obtenção de energia a partir dos derivados de petróleo é feita por meio de uma reação denominada **combustão**.

Os materiais que sofrem a combustão são denominados **combustíveis**. Os combustíveis mais utilizados, atualmente, são de origem fóssil.



Thinkstock/Getty Images



Thinkstock/Getty Images

// A gasolina e o óleo *diesel* são utilizados principalmente para o transporte terrestre. Em navios ou usinas termoeletricas, o combustível mais utilizado é o óleo combustível.

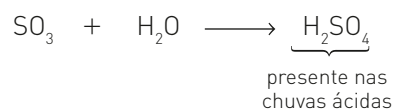
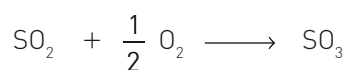


Ricardo Azoury/Olhar Imagem

// Atualmente, os combustíveis fósseis estão sendo substituídos por combustíveis renováveis. No Brasil, o mais utilizado é o álcool comum (etanol). Tem-se destacado também o biodiesel, cujo uso vem sendo bastante incentivado.

Uma grande vantagem da queima de álcool comum, do carvão vegetal e do biodiesel, combustíveis renováveis, é que estes não apresentam na sua composição o elemento enxofre. Na sua combustão não são formados compostos do enxofre responsáveis por um tipo de chuva ácida.

Já na composição dos combustíveis fósseis, não renováveis, como o petróleo, o carvão mineral e o xisto betuminoso, é comum a presença do enxofre como impureza. Sua queima intensifica a formação de chuva ácida, cujo processo de formação pode ser representado pelas equações:

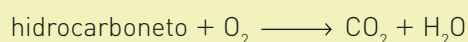


Em uma combustão, o combustível “queima” na presença de gás oxigênio (O_2) – presente no ar atmosférico –, que é, por isso, denominado **comburente**.

Dependendo do tipo de combustível e da quantidade de O_2 disponível, pode predominar uma das três formas de combustão: uma **completa** e duas **incompletas**.

Combustão completa

Nesse tipo de reação, o comburente (O_2) sempre será o agente oxidante, e no CO_2 formado, o carbono apresenta o seu Nox máximo (+4). Devido a isso, essas reações são denominadas **combustões completas**.

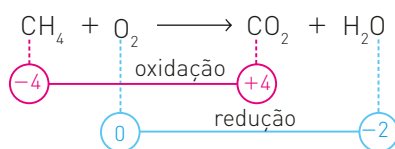


As reações de combustão não são exclusivas de hidrocarbonetos, podendo ocorrer com uma grande variedade de compostos. A produção de CO_2 e H_2O é característica de combustíveis que apresentam, na sua composição, carbono e hidrogênio (C e H) ou carbono, hidrogênio e oxigênio (C, H e O).

Um combustível muito utilizado atualmente é o biogás, proveniente da decomposição de material orgânico, sendo o metano (CH_4) o seu principal componente. Esse gás também é encontrado no gás natural de petróleo, e sua combustão completa pode ser representada pela equação a seguir.

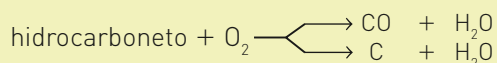


Todas as reações de combustão são reações de oxirredução, como pode ser observado no seguinte esquema:



Existem poucos compostos orgânicos que não participam de reações de combustão. Alguns exemplos são: tetracloreto de carbono, triclorometano e fréons.

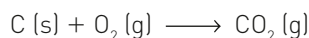
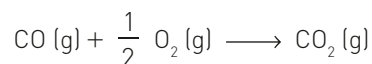
Combustões incompletas



Para um mesmo combustível, o tipo de reação de combustão que ocorre é determinado pela quantidade de comburente (O_2) disponível. Assim, o metano (CH_4) também sofre combustões incompletas, consumindo quantidades de oxigênio menores do que na combustão completa.



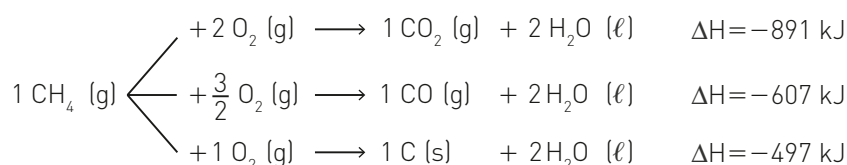
Como nesses produtos o carbono não apresenta seu Nox máximo (+4), as combustões foram incompletas. Logo, essas substâncias (CO e C) podem ser oxidadas, isto é, podem ser consideradas combustíveis:



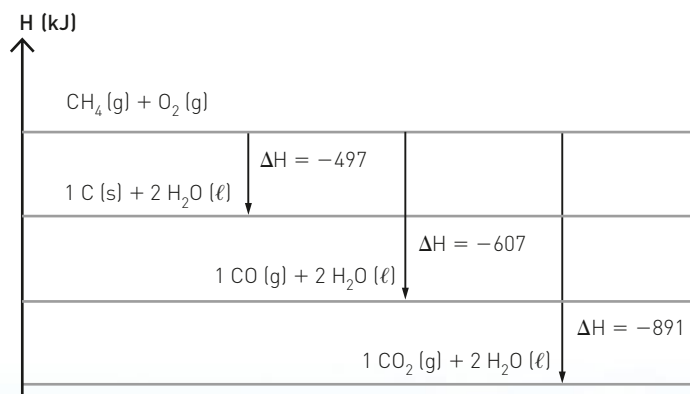
A representação C (s) indica minúsculas partículas sólidas de carvão, conhecidas por **fuligem** ou, industrialmente, por **negro de fumo**, utilizado na produção de vários materiais, como borracha para pneus, graxa de sapato, tintas de imprensa e nanquim, rímel e lápis para os olhos.

As combustões e o ΔH

Vamos considerar a queima de 1 mol de metano.



A representação gráfica dessas combustões é dada por:



Além de consumir maior quantidade de combustível, motores desregulados geram maior quantidade de poluentes, como CO (g) e C (s). Em um motor desregulado, ocorre grande porcentagem de combustões incompletas. Isso significa que é necessário mais combustível para obter a mesma quantidade de energia que em um motor regulado ou a energia necessária para o seu funcionamento adequado.

picturegarden/The Image Bank/Getty Images

Fica evidente que na combustão completa ocorre a maior liberação de energia, para qualquer hidrocarboneto.

Para comparar a eficiência de diferentes combustíveis, costuma-se determinar a quantidade de calor envolvido na combustão completa por mol ou grama do combustível.

O quadro a seguir apresenta o ΔH de combustão de alguns combustíveis.

Combustível	ΔH	
	kJ/mol	kJ/grama
H_2 (gás hidrogênio)	−285,8	−142,9
$H_3C - CH_2 - OH$ (etanol)	−1367	−29,7
CH_4 (gás metano)	−891	−55,69
$H_3C - OH$ (metanol)	−726,4	−22,7
C_8H_{18} (octano)	−5470	−47,98

Identificando diferentes combustões

Na combustão ocorre a produção de uma chama.

Basicamente, existem dois tipos de chama: a amarela e a azul.

Chama amarela	Chama azul
Obtenção devido à pequena quantidade de ar.	Obtenção devido à regulação adequada da mistura gás-ar.
forma irregular	forma regular
chama menos quente	chama mais quente
amarelo = presença de carbono (incandescente)	dois tons de azul $\left\{ \begin{array}{l} \text{externa} = \text{azul-escuro} \\ \text{interna} = \text{azul-claro} \end{array} \right.$
produção de fuligem (carvão)	formação predominante de CO_2
combustão incompleta	combustão completa

SAIBA MAIS

Simulação: velocidade da tecnologia. Laboratório didático virtual da Faculdade de Educação da USP. Disponível em: <http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_velocidadedatecnologia.htm> [Acesso em: 16 ago. 2018]. Esta simulação traz conhecimentos sobre gasolina adulterada, relações estequiométricas, carburadores, injeção eletrônica e sobre a relação ideal ar-combustível em motores de automóveis.



Em uma nave espacial, em que a massa é um fator importante tanto no lançamento como durante a missão espacial, o hidrogênio é o combustível ideal, porque é o que libera maior quantidade de energia por grama. Na combustão do H_2 forma-se somente água.

Gasolinas

As gasolinas são, atualmente, o mais comum dos combustíveis, sendo utilizadas nos motores dos mais diferentes tipos de veículos: automóveis, motocicletas, caminhões, aviões etc.

Esses motores são conhecidos por **motores de explosão interna**, porque no seu interior a gasolina sofre uma combustão muito rápida e violenta, provocando uma explosão. Motores a explosão, usados para diversas finalidades, apresentam potências diferentes e exigem diferentes qualidades de gasolina, que podem ser indicadas visualmente pela adição de corantes.

Atualmente, são comercializados no Brasil três tipos de gasolina para automóveis: comum, aditivada e *premium*. Veja uma amostra de cada tipo na fotografia.

A cor da gasolina comum varia de incolor a amarelada. Essa gasolina não recebe corantes e é recomendada para motores que exigem um combustível de até 86 octanas.

A gasolina aditivada pode receber corantes, com exceção das cores azul e rosa, restritas respectivamente à gasolina de aviação e à mistura de metanol, etanol e gasolina. Apresenta a mesma octanagem que a gasolina comum, mas recebe a adição de um aditivo do tipo detergente, que tem a função de manter limpo todo o sistema pelo qual a gasolina passa.

A gasolina *premium* pode receber corantes. Contém aditivos e apresenta uma octanagem maior (94 octanas).

As adulterações mais frequentes na gasolina e suas consequências são:

- adição de álcool acima do permitido (a especificação é 24% mais ou menos 1%): como consequência, a mistura ar/combustível pode tornar-se excessivamente “pobre”, com diminuição da dirigibilidade, podendo ocorrer falhas de funcionamento e redução do poder calorífico do combustível, com perda de desempenho;
- adição de óleo *diesel*: pode ocorrer carbonização da câmara de combustão;
- adição de solvente de borracha: pode haver um ataque às partes de borracha do sistema de admissão de combustível, como diafragmas e mangueiras, e diminuição da octanagem, aumentando a tendência à detonação (batida de pino).

Fonte: Petrobras.



Sérgio Dota Jr./Arquivo da editora

O esquema a seguir mostra o funcionamento de um motor de explosão interna de quatro tempos.



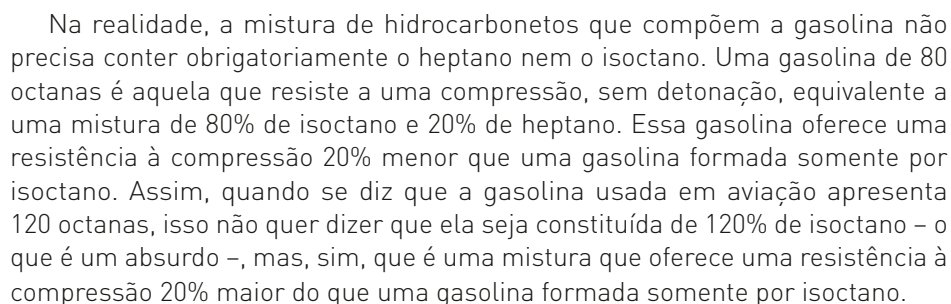
A partir de dois componentes existentes na gasolina, que apresentam, em geral, de 5 a 10 átomos de carbono por molécula, foi criada uma escala de octanagem, também conhecida por **índice de octanas**:

$$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$$

heptano

$$\begin{array}{ccccccc} & & \text{CH}_3 & & & & \\ & & | & & & & \\ \text{H}_3\text{C} & - & \text{C} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH} & - & \text{CH}_3 \\ & & | & & & & | \\ & & \text{CH}_3 & & & & \text{CH}_3 \end{array}$$

isotano



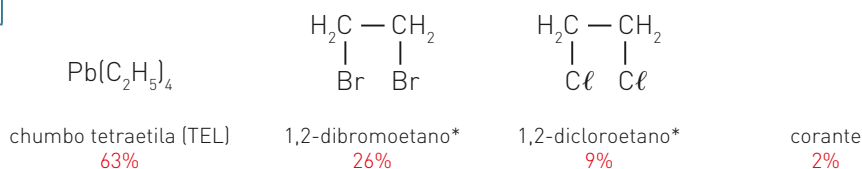
Este *site* traz não apenas informações sobre o petróleo e seus derivados, como também sobre outras fontes de energia, como biocombustíveis e gás natural. Existem ainda informações sobre o pré-sal.

Nome	Octanagem
metano	110
etano	104
benzeno	108
cicloexano	77
octano normal	-17
gasolina comum	86
gasolina aditivada	86
gasolina <i>premium</i>	94

A tabela ao lado mostra o índice de octanas de alguns hidrocarbonetos.

Embora apresente a mesma fórmula molecular que o octano (C_8H_{18}), o isooctano tem uma octanagem maior, por apresentar maior número de ramificações na sua cadeia. **Quanto mais ramificada for uma cadeia, maior será a sua octanagem.**

Quando determinada gasolina não resiste à taxa de compressão projetada, ela sofre explosões prematuras durante a compressão, o que acarreta uma diminuição na potência do motor e produz um ruído característico, conhecido por **batida de pino (knocking)**. Evidentemente, quanto maior for o índice de octanas, melhor será a qualidade da gasolina, pois assim ela resistirá a maiores compressões sem detonação prematura. Para corrigir ou aumentar a octanagem, costuma-se adicionar certos aditivos à gasolina. Um aditivo que já foi muito usado contém as seguintes substâncias:



Durante a combustão da gasolina assim aditivada, forma-se, no motor, um resíduo sólido de óxido de chumbo, que é removido pelos compostos halogenados*, sendo eliminado juntamente com os gases produzidos na combustão. Quaisquer compostos de chumbo são prejudiciais à saúde e podem originar uma série de distúrbios no organismo humano; por esse motivo, em todo o mundo, o uso do chumbo tetraetila (TEL) tem diminuído nos últimos anos.

No Brasil, em 1992, o TEL começou a ser substituído pelo álcool comum produzido a partir da cana-de-açúcar. A legislação brasileira permite que a adição de álcool à gasolina seja de até 24% em volume. Com isso, tornou-se possível a diminuição da concentração de SO_2 (g) produzido pela queima do enxofre, impureza normalmente encontrada na gasolina.

Reflita

- Em qual(is) tempo(s) de funcionamento de um motor de explosão interna de quatro tempos ocorre aumento da pressão exercida pelos gases na câmara de combustão? Classifique a transformação que ocorre nesse(s) instante(s) em física ou química.
- O que significa dizer que a gasolina comum tem índice 86 octanas?
- Qual dos compostos abaixo apresenta maior octanagem?

a) Heptano.	c) 3-metil-hexano.	e) 2,3-dimetilpentano.
b) 2-metil-hexano.	x d) 2,2,3-trimetilbutano.	
- O que é um antidetonante?
- Por que o uso do chumbo tetraetila como aditivo da gasolina tem diminuído ao longo dos anos?
- Pesquise na internet ou na biblioteca de sua escola ou cidade qual é o álcool adicionado à gasolina. Pesquise ainda quais estados brasileiros têm a maior produção de cana-de-açúcar do país e quais têm a maior produção de álcool.



Por que um veículo movido a *diesel* não tem vela de ignição?

Exercício resolvido

(Fuvest-SP) A cidade de São Paulo produz 4 milhões de m^3 de esgoto por dia. O tratamento de 1 m^3 desse esgoto produz em média 0,070 m^3 de biogás, no qual 60% é metano. Usado como combustível de veículos, 1 m^3 de metano equivale a 1 L de gasolina.

- Quantos litros de gasolina seriam economizados diariamente se todo o esgoto de São Paulo fosse tratado para produzir metano?
- Escreva a equação química que representa o aproveitamento do metano como combustível.

Solução

- Cálculo do volume de metano produzido diariamente:

$$1 \text{ m}^3 \text{ de esgoto} \text{ — } 0,070 \text{ m}^3 \text{ de biogás} \text{ — } (0,6) \cdot 0,070 \text{ m}^3 \text{ de CH}_4$$

$$4 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \text{ de esgoto} \text{ — } x$$

$$x = \frac{0,6 \cdot 0,070 \text{ m}^3 \text{ de CH}_4 \cdot 4 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \text{ de esgoto}}{1 \text{ m}^3 \text{ de esgoto}}$$

$$x = 1,68 \cdot 10^5 \text{ m}^3 \text{ de CH}_4$$

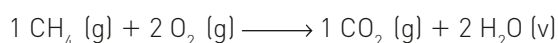
Relação entre o metano e a gasolina:

$$1 \text{ m}^3 \text{ de CH}_4 \text{ — } 1 \text{ L de gasolina}$$

$$1,68 \cdot 10^5 \text{ m}^3 \text{ de CH}_4 \text{ — } x$$

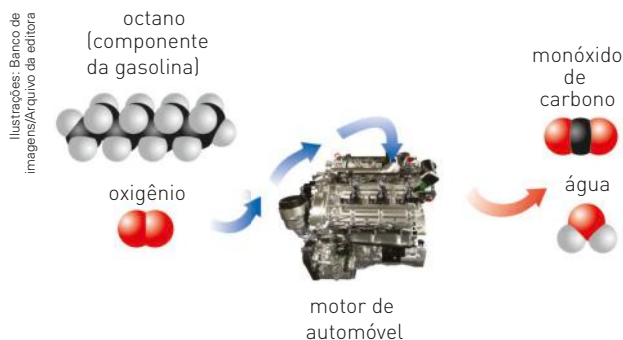
$$x = 1,68 \cdot 10^5 \text{ L de gasolina}$$

- Considerando a combustão completa do metano, temos:



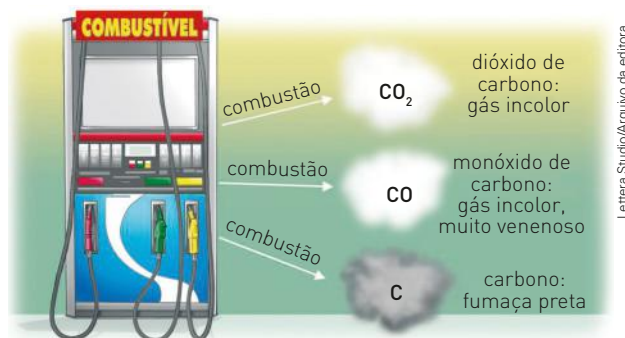
Fundamentando seus conhecimentos

- A ilustração mostra uma reação que ocorre no motor de um automóvel.



- Equacione e balanceie a reação utilizando 1 mol do combustível.
- A reação é de combustão completa ou incompleta?

- Um dos principais componentes da gasolina é o isoctano [2,2,4-trimetilpentano]:



Equacione as três reações de combustão representadas na ilustração utilizando 1 mol do combustível mencionado no texto.

Desenvolvendo seus conhecimentos

1. (Vunesp-SP) A Bolívia é um grande produtor de gás natural (metano) e celebrou com o Brasil um acordo para a utilização desse importante recurso energético. Para seu transporte até os centros consumidores, há um gasoduto ligando os dois países, já tendo chegado ao interior do Estado de São Paulo.

a) Escreva a fórmula mínima e calcule a massa molar para o metano.

Dadas as massas molares, em $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$:
 $\text{C} = 12$ e $\text{H} = 1$.

b) Escreva a equação para a reação de combustão do metano e o nome dos produtos formados.

2. (UFSE) A combustão completa de 1 mol de 2,2,3-trimetileptano produz uma quantidade em mol de H_2O igual a

- a) 1. c) 8. e) 20.
b) 7. x d) 11.

3. (UFSM-RS) O petróleo, uma mistura natural de compostos de carbono, é extraído e refinado, rotineiramente, no planeta. A maior parte desse produto, usado como combustível, é “queimada” em motores para geração de energia. Dentre os hidrocarbonetos a seguir, assinale aquele que libera maior quantidade de CO_2 em uma combustão completa.

- a) Heptano.
b) Hexano.
c) 2,3-dimetil-pentano.
d) 2,2,3-trimetil-butano.
x e) 2,2,4-trimetil-pentano.

4. (Fuvest-SP) Um dos inconvenientes da gasolina com alto teor de enxofre é que, durante sua combustão, forma-se um poluente atmosférico, cuja fórmula química é:

- a) H_2S . c) H_2SO_2 . e) CO_2 .
b) CO . x d) SO_2 .

5. (Unirio-RJ)

Cientistas americanos e britânicos calculam que há 90% de chance de a temperatura média global aumentar 2°C neste século, o dobro do que ocorreu no século XX. (...)

O aumento da temperatura da Terra está ligado à acumulação de gases que bloqueiam os raios solares próximo à superfície do planeta. Tais gases, conhecidos como causadores do efeito estufa, resultam, em sua maior parte, da queima de carvão, petróleo e gás natural.

(Jornal do Brasil/2001)

Sabemos que o propano é um dos componentes do gás natural, e a reação balanceada que representa a queima incompleta de 1 mol de propano produz:

- a) $3 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$
b) $\text{CO} + \text{NO}_2 + 2 \text{CO}_2$
x c) $2 \text{CO} + \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$
d) $\text{CO}_2\text{H}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$
e) $3 \text{CO} + 4 \text{H}_2\text{O} + \text{NO}_2$

6. (Vunesp-SP) O metano (CH_4), também conhecido como gás do lixo, ao sofrer combustão, apresenta entalpia-padrão de combustão (ΔH_c°) igual a -890 kJ/mol .

a) Escreva a reação de combustão do metano, indicando a entalpia-padrão de combustão (ΔH_c°) da reação.

b) Sabendo que a massa molar do metano é 16 g/mol , calcule a massa desse gás que, ao sofrer combustão, apresenta $\Delta H_c = -222,6 \text{ kJ}$.

7. (Fuvest-SP) Determinou-se o calor de combustão de um alcano obtendo-se o valor de 3886 kJ/mol de alcano.

Alcano	Fórmula	Calor de combustão (kJ/mol de alcano)
etano	C_2H_6	1428
propano	C_3H_8	2044
butano	C_4H_{10}	2658

Utilizando os dados da tabela acima, conclui-se que esse alcano deve ser um:

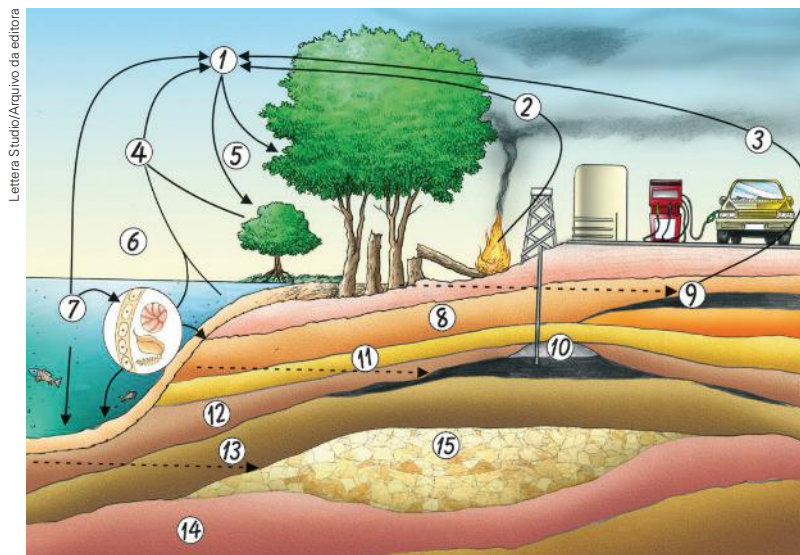
- a) pentano. c) heptano. e) nonano.
x b) hexano. d) octano.

8. (Enem) No Brasil, o sistema de transporte depende do uso de combustíveis fósseis e de biomassa, cuja energia é convertida em movimento de veículos. Para esses combustíveis, a transformação de energia química em energia mecânica acontece:

- x a) na combustão, que gera gases quentes para mover os pistões no motor.
b) nos eixos, que transferem torque às rodas e impulsionam o veículo.
c) na ignição, quando a energia elétrica é convertida em trabalho.
d) na exaustão, quando gases quentes são expelidos para trás.
e) na carburação, com a difusão do combustível no ar.

Desafiando seus conhecimentos

1. A ilustração a seguir representa o ciclo do carbono.



Fonte: CUNNINGHAM, William P.; CUNNINGHAM, Mary Ann; SAIGO, Barbara W. *Environmental Science: A Global Concern*. 7. ed. New York: McGraw Hill, 2003. p. 70.

Legenda:

1. CO_2 na atmosfera e traços de CO e CH_4
2. Queima de florestas e decomposição de matéria orgânica
3. Combustão de combustíveis fósseis para movimentar veículos, produzir energia elétrica e calor
4. Respiração e decomposição
5. Fotossíntese
6. Fotossíntese
7. CO_2 dissolvido na água
8. Turfa
9. Carvão (ou hulha)
10. Petróleo e gás
11. Tempo
12. Material orgânico
13. Tempo
14. Sedimentos calcários
15. Calcário

Referência: *Environmental Science*, p. 70.

Tome por base a ilustração e seus conhecimentos prévios para avaliar as afirmações:

- I. O combustível utilizado no abastecimento do automóvel pode ser a gasolina, que é classificada como uma substância composta.
- II. A queima de combustíveis obtidos a partir do petróleo origina compostos de enxofre. Quando esses compostos são lançados na atmosfera, originam um tipo de chuva ácida contendo ácido sulfúrico.
- III. O gás carbônico, quando dissolvido em água, reage com ela originando uma solução de pH menor do que 7.
- IV. O sal presente no exoesqueleto de animais marinhos é o carbonato de cálcio, cuja fórmula é CaCO_2 .
- V. Está se tornando frequente nos meios de comunicação a expressão “ar visível”, que apresenta na sua composição material particulado, cujo principal componente é o enxofre.

São corretas:

- a) todas. x c) somente II e III. e) somente I, III e V.
b) somente I e II. d) somente II, IV e V.

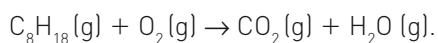
2. (Enem) Diretores de uma grande indústria siderúrgica, para evitar o desmatamento e adequar a empresa às normas de proteção ambiental, resolveram mudar o combustível dos fornos da indústria. O carvão vegetal foi então substituído pelo carvão mineral. Entretanto, foram observadas alterações ecológicas graves em um riacho das imediações, tais como a morte dos peixes e dos vegetais ribeirinhos. Tal fato pode ser justificado em decorrência:

- a) da diminuição de resíduos orgânicos na água do riacho, reduzindo a demanda de oxigênio na água.
- b) do aquecimento da água do riacho devido ao monóxido de carbono liberado na queima do carvão.
- c) da formação de ácido clorídrico no riacho a partir de produtos da combustão na água, diminuindo o pH.
- d) do acúmulo de elementos no riacho, tais como ferro, derivados do novo combustível utilizado.
- x e)** da formação de ácido sulfúrico no riacho a partir dos óxidos de enxofre liberados na combustão.

3. (UFSC) Veículos com motores flexíveis são aqueles que funcionam com álcool, gasolina ou a mistura de ambos. Esse novo tipo de motor proporciona ao condutor do veículo a escolha do combustível ou da proporção de ambos, quando misturados, a utilizar em seu veículo. Essa opção também contribui para economizar dinheiro na hora de abastecer o carro, dependendo da relação dos preços do álcool e da gasolina. No Brasil, o etanol é produzido a partir da fermentação da cana-de-açúcar, ao passo que a gasolina é obtida do petróleo.

- a) Escreva as equações, devidamente balanceadas, da reação de combustão completa do etanol, C_2H_6O , e da reação de obtenção do etanol a partir da fermentação da glicose.
- b) Qual é o nome dado ao processo de separação dos diversos produtos do petróleo? Escreva a fórmula estrutural do 2,2,4-trimetil-pentano, um constituinte da gasolina que aumenta o desempenho do motor de um automóvel.

4. (Unicamp-SP) O hidrocarboneto n-octano é um exemplo de substância presente na gasolina. A reação de combustão completa do n-octano pode ser representada pela seguinte equação não balanceada:



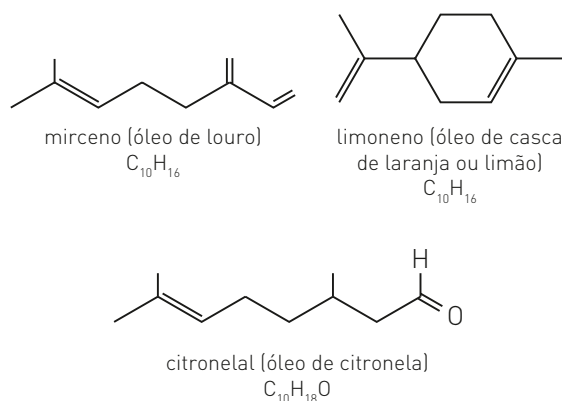
Dados de massas molares em $g \cdot mol^{-1}$:

$C_8H_{18} = 114$; $O_2 = 32$; $CO_2 = 44$; $H_2O = 18$.

Após balancear a equação, pode-se afirmar que a quantidade de

- x a)** gás carbônico produzido, em massa, é maior que a de gasolina queimada.
- b) produtos, em mol, é menor que a quantidade de reagentes.
- c) produtos, em massa, é maior que a quantidade de reagentes.
- d) água produzida, em massa, é maior que a de gás carbônico.

5. (UFPR) A destilação de folhas de plantas ou cascas de algumas frutas com vapor de água produz misturas líquidas de fragrâncias chamadas de óleos essenciais. Muitos desses óleos são usados como matérias-primas para as indústrias cosmética, farmacêutica e alimentícia. Abaixo, são mostradas as estruturas e fórmulas moleculares dos principais componentes de alguns óleos essenciais.



Considere as seguintes afirmações a respeito da combustão completa desses compostos.

- I. A combustão de um mol de cada um desses compostos leva à formação da mesma quantidade de CO_2 .
- II. A combustão de um mol de mirceno e de um mol de limoneno leva à formação da mesma quantidade de água.
- III. A combustão de um mol de limoneno e de um mol de citronelal leva à formação de diferentes quantidades de água.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas I e II.
- d) Apenas II e III.
- x e)** I, II e III.

6. (UFSC) Um hidrocarboneto gasoso, que possui a fórmula geral C_nH_{2n+2} , está contido em um recipiente de 1,0 L, a 25 °C e 1 atm. A combustão desse hidrocarboneto requer exatamente 5,0 L de O_2 nas mesmas condições de temperatura e pressão. Utilize as informações acima e assinale a(s) proposição(ões) correta(s).

- X01) A combustão total de qualquer hidrocarboneto leva à formação de CO_2 e H_2O .
 02) O único produto da combustão total do hidrocarboneto é o CO_2 .
 04) O hidrocarboneto é o etano.
 X08) O hidrocarboneto é o propano.
 16) O hidrocarboneto é o butano.

7. (PUC-SP) Desde a Revolução Industrial, a concentração de CO_2 na atmosfera vem aumentando como resultado da queima de combustíveis fósseis, em grande escala, para produção de energia. A tabela abaixo apresenta alguns dos combustíveis utilizados em veículos. O poder calorífico indica a energia liberada pela combustão completa de uma determinada massa de combustível.

Combustível	Fórmula molecular* (g/mol)	Massa molar (kJ/g)	Poder calorífico
Álcool combustível	C_2H_5OH	46	30
Gasolina	C_8H_{18}	114	47
Gás natural	CH_4	16	54

* Principal componente

Considerando a combustão completa desses combustíveis, é possível calcular a taxa de energia liberada por mol de CO_2 produzido. Os combustíveis que liberam mais energia, para uma mesma quantidade de CO_2 produzida, são, em ordem decrescente:

- a) gasolina, gás natural e álcool combustível.
 b) gás natural, gasolina e álcool combustível.
 c) álcool combustível, gás natural e gasolina.
 d) gasolina, álcool combustível e gás natural.
 X e) gás natural, álcool combustível e gasolina.

8. (ITA-SP) Considere as duas amostras seguintes, ambas puras e a 25 °C e 1 atm:

$P \rightarrow 1$ litro de propano (g)

$B \rightarrow 1$ litro de butano (g)

Em relação a essas duas amostras, são feitas as afirmações seguintes:

- I. P é menos densa que B.
 II. A massa de carbono em B é maior que em P.
 III. O volume de oxigênio consumido na queima completa de B é maior que aquele consumido na queima completa de P.
 IV. O calor liberado na queima completa de B é maior que aquele liberado na queima completa de P.
 V. B contém um número total de átomos maior que B.
 VI. B e P são mais densas que o ar na mesma pressão e temperatura.

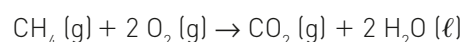
Das afirmações acima são *corretas*:

- X a) todas.
 b) nenhuma.
 c) apenas I, II e III.
 d) apenas I, III e V.
 e) apenas II, IV e VI.

9. (UFJF-MG) Sabe-se que cerca de 80% de toda a energia consumida pela população mundial provém de combustíveis como petróleo, carvão mineral e gás natural, os quais estão se esgotando e representam também uma grande ameaça ao meio ambiente. Uma das alternativas para esse problema é o uso de fontes renováveis, tais como: álcool, hidrogênio e metano (obtido da queima de matéria orgânica).

Sobre as principais fontes de combustíveis renováveis e não renováveis, responda aos itens a seguir:

a) Quais seriam a massa (em gramas) e o volume de CO_2 (em litros) nas CNTP, formados na combustão de 8,0 g de metano?



- b) Sabendo-se que a entalpia-padrão de combustão da gasolina (C_8H_{18}) é -5400 kJ/mol e que sua densidade é de $0,70$ g/cm³, qual a energia liberada, em kJ, na queima de 1 litro de gasolina?
 c) A queima de combustíveis fósseis pelos automóveis e pelas indústrias lança no ar grande quantidade de gases poluentes, principalmente CO_2 . Quais os problemas ambientais causados pelo CO_2 quando emitido para a atmosfera?
 d) Outras substâncias usadas como combustíveis são etanol e metanol. Escreva suas respectivas fórmulas estruturais.
 e) Por que o álcool é considerado como uma fonte renovável e o petróleo não?

Atividades práticas

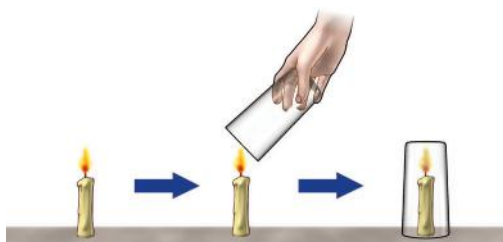
Combustão I

Material

- 2 velas de mesmo tamanho
- 2 copos de vidro de volumes diferentes
- fósforo ou isqueiro
- 1 cronômetro

Procedimento

Acenda uma vela e fixe-a sobre uma superfície plana. A seguir, coloque o copo menor invertido sobre a vela acesa, segundo o esquema abaixo.



Com o auxílio do cronômetro, determine o tempo transcorrido entre o momento em que você colocar o copo sobre a vela acesa e o instante em que observar uma alteração no sistema.

Repita o procedimento usando o copo maior e a segunda vela.

Com base nas observações, responda às questões seguintes.

1. Descreva o que você observou durante os experimentos.
2. Como podemos explicar a diferença de tempo entre os dois experimentos?
3. Considerando que um dos componentes da vela apresenta fórmula molecular $C_{40}H_{82}$, escreva em seu caderno as equações que mostram as reações de combustão completa e incompleta dessa substância.
4. A parafina constituinte da vela entra em combustão no estado gasoso. A partir dessa informação, justifique a necessidade do pavio e

represente, por meio de equações, todas as passagens da parafina do estado sólido até a formação dos produtos das combustões.

Combustão II

Material

- 1 vela
- pedaço pequeno de tecido
- palitos de fósforo
- pedaço pequeno de plástico
- 1 prato
- 1 pinça
- 1 pano úmido

Procedimento

Promova a queima da vela, do palito, do tecido e do plástico separadamente. Em cada situação, quando o material entrar em combustão, coloque o prato sobre a chama, de acordo com o esquema ao lado.

Observe o que acontece na parte do prato voltada para a chama em todos os experimentos (não se esqueça de limpar o prato com o pano úmido a cada utilização) e responda às seguintes questões:

1. Qual deve ser a substância presente no resíduo obtido em todos os experimentos?
2. Cite pelo menos três utilizações industriais desse resíduo.
3. Esse resíduo ainda pode sofrer novas queimas. Escreva em seu caderno as equações que representam essas combustões.



Ilustrações: Marcos Aurélio/Arquivo da editora



Se na primeira atividade utilizarmos um mesmo tamanho de copo e velas de diferentes tamanhos, haverá diferença no tempo em que as velas permanecerão acesas?

Outras funções orgânicas

UNIDADE

3

Você sabia que algumas características dos alimentos estão diretamente ligadas a algumas funções orgânicas? Entre elas estão o cheiro característico do churrasco, que se deve a um aldeído; o aroma do cravo-da-índia, que é proveniente de uma substância que apresenta em sua fórmula as funções fenol e enol; o odor característico do peixe, que provém de uma amina; o aroma do abacaxi, que é devido a um éster; o sabor das pipocas amanteigadas, que pode ser atribuído a uma cetona; o sabor azedo do vinagre, que é composto principalmente de um ácido carboxílico; e a maciez do panetone, que é mantida durante a sua estocagem por um álcool.

As substâncias mencionadas no texto são sintetizadas naturalmente ou artificialmente?



NESTA UNIDADE VAMOS ESTUDAR:

- Álcoois, fenóis, éteres, aldeídos, cetonas, ácidos e sais de ácidos carboxílicos, ésteres, aminas e amidas.
- Suas propriedades físicas e químicas.
- Algumas de suas aplicações.

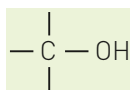
Funções orgânicas oxigenadas

Até agora estudamos os hidrocarbonetos, que são compostos formados por dois elementos químicos (carbono e hidrogênio). A seguir, vamos estudar uma série de funções que, além de carbono (C) e hidrogênio (H), apresentam oxigênio (O). São elas: álcoois, fenóis, aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos, ésteres orgânicos e éteres.

Álcoois

Os álcoois apresentam no máximo um grupo —OH por carbono.

Álcoois são compostos que apresentam o grupo hidroxila (OH) ligado a carbonos saturados.



Classificação

- Em função da quantidade de grupos —OH.

Número de hidroxilas	1	2	3 ou mais
Classificação	monoálcool	diálcool	poliálcool
Exemplo	H_3C-CH_2-OH	$\begin{array}{cc} OH & OH \\ & \\ H_2C & -CH_2 \end{array}$	$\begin{array}{ccc} OH & OH & OH \\ & & \\ H_2C & -CH-CH_2 \end{array}$

- Em função do tipo de carbono que contém a hidroxila.

Localização da hidroxila	C primário	C secundário	C terciário
Classificação do álcool	primário	secundário	terciário
Exemplo	$\begin{array}{c} H \\ \\ H_3C-C-OH \\ \\ H \end{array}$	$\begin{array}{c} H \\ \\ H_3C-C-CH_3 \\ \\ OH \end{array}$	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ H_3C-C-CH_3 \\ \\ OH \end{array}$

Nomenclatura oficial dos álcoois

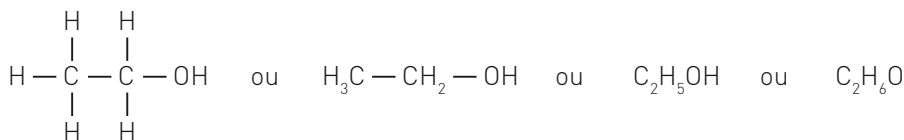
A nomenclatura oficial dos álcoois segue as mesmas regras estabelecidas para os hidrocarbonetos, mudando apenas o sufixo.

Prefixo	Intermediário	Sufixo
número de carbonos	tipo de ligação	-ol

A seguir veremos as regras para a nomenclatura de diferentes tipos de álcoois.

Monoálcoois saturados

Os monoálcoois saturados caracterizam-se por apresentar cadeia contendo somente ligações simples entre carbonos e um único grupo —OH. Seus nomes são finalizados pelo sufixo **-ol**.



fórmulas estruturais

fórmulas moleculares

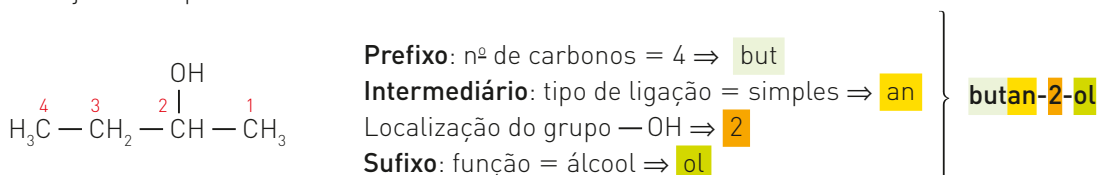
Prefixo: nº de carbonos = 2 $\Rightarrow$ **et**
Intermediário: tipo de ligação = simples $\Rightarrow$ **an**
Sufixo: função = álcool $\Rightarrow$ **ol**

etanol

Quando um monoálcool alifático saturado tiver mais do que dois átomos de carbono, a posição do grupo —OH deve ser indicada numerando a cadeia a partir da extremidade mais próxima do carbono que contém a hidroxila, de acordo com a seguinte regra:

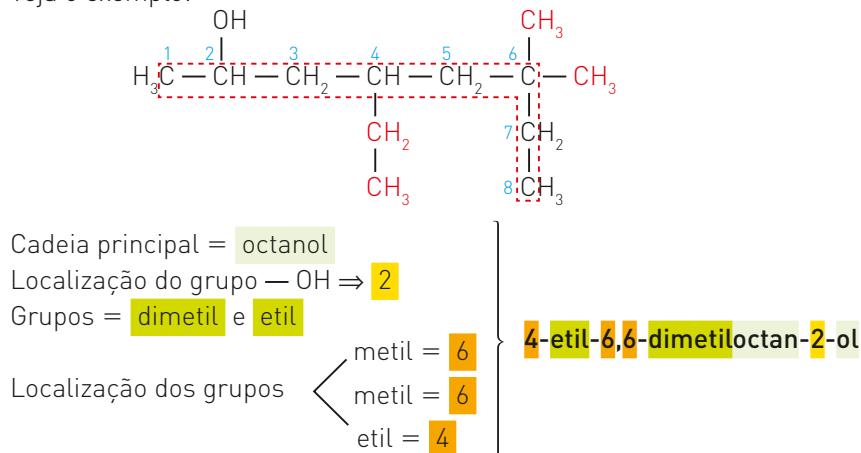
Prefixo	Intermediário	Posição do OH	Sufixo
número do C	ligação entre C	número do C	-ol

Veja o exemplo:



Nos álcoois que possuem cadeia ramificada, deve-se inicialmente determinar a cadeia principal, que é a maior sequência de carbonos com um dos carbonos ligado ao grupo —OH.

Veja o exemplo:

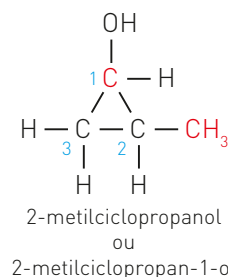


Os monoálcoois saturados de estrutura cíclica devem ter seu nome precedido do termo **ciclo**.

O carbono que apresenta o grupo —OH é considerado o carbono 1, e a numeração deve ser feita de maneira a se obterem os menores algarismos possíveis para os grupos substituintes.

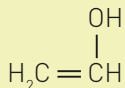
Quando não existem ramificações, não há necessidade de numerar a cadeia.

Em algumas publicações, e mesmo em alguns processos seletivos, o nome do butan-2-ol pode aparecer assim: 2-butanol ou butanol-2.



Poliálcoois

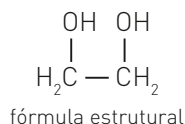
Existem compostos em que a hidroxila (OH) se liga a um carbono com dupla-ligação:



Esse tipo de composto **não** é um álcool; ele pertence a uma função denominada **enol**, cuja principal característica é a instabilidade (ver capítulo 14, sobre **isomeria plana**).

Nos álcoois com mais de um grupo —OH, as posições desses grupos são indicadas pelos menores algarismos possíveis, em quantidade igual ao número de hidroxilas. Essas quantidades são indicadas pelos sufixos: **-diol**, **-triol**, e assim sucessivamente.

Veja o exemplo:



Prefixo: nº de carbonos = 2 $\Rightarrow$ et

Intermediário: tipo de ligação = simples $\Rightarrow$ an

Sufixo: função = álcool com 2 OH $\Rightarrow$ diol

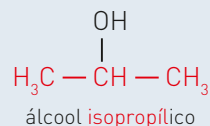
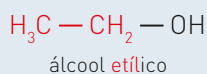
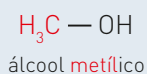
etanodiol

ou etano-1,2-diol

Nomenclatura usual dos álcoois

Muitas vezes, os álcoois podem ser identificados por seu nome usual, em vez do oficial. Nessa nomenclatura, usa-se o nome do grupo orgânico ao qual está ligado o grupo —OH acrescido do sufixo **-ico**, de acordo com o seguinte esquema:

álcool grupo orgânico + ico

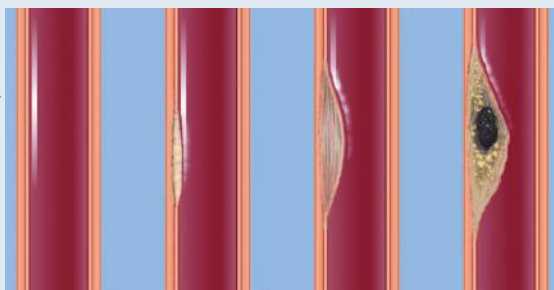


Colesterol: um álcool

Está bem estabelecido que uma dieta rica em gorduras animais produz um aumento nos níveis de colesterol no sangue, pelo menos em pessoas com hábitos sedentários e sobrepeso.

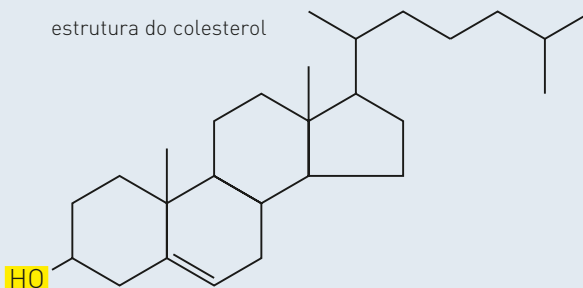
O nível de colesterol total médio considerado normal é de 150 mg a 200 mg/100 mL de sangue; valores ao redor de 300 mg/100 mL de sangue estão relacionados com formação de depósitos de colesterol nas paredes internas das artérias coronárias, dificultando o fluxo de sangue para o coração.

Acervo do autor/Arquivo da editora



// A ilustração representa a formação de um depósito de colesterol, um álcool, bloqueando parcialmente uma artéria coronária.

estrutura do colesterol



Principais álcoois

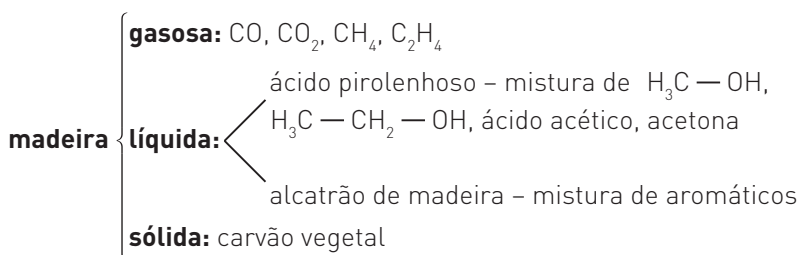
Metanol ou álcool metílico

Fórmulas	Características físicas		
	TF	TE	Solubilidade em água
$\text{CH}_3\text{—OH}$ ou $\text{H}_3\text{C—OH}$	-97 °C	64,7 °C	infinita

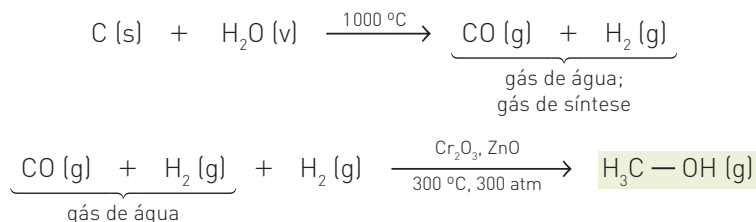
Sua grande solubilidade em água é justificada pelo fato de apresentar **moléculas pequenas** que interagem com as moléculas de água devido às **ligações de hidrogênio**.

Durante muito tempo, a única maneira de obter metanol era a partir da destilação da madeira a seco e na ausência de ar, o que o tornou conhecido como **álcool da madeira**.

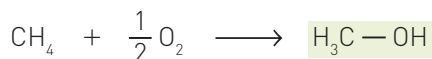
A madeira, constituída de celulose, produz três frações ao passar por esse processo:



Atualmente, o metanol é produzido em escala industrial a partir de carvão e água:

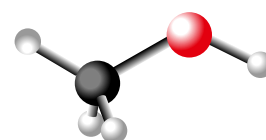
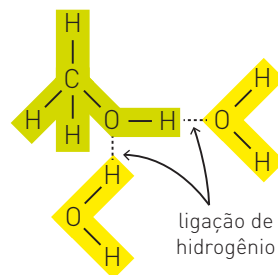


Outro processo de obtenção do metanol, desenvolvido na década de 1930, consiste na oxidação controlada do metano:



O metanol é a matéria-prima de várias outras substâncias, como o formol, utilizado na produção de fórmica (laminados). Também é utilizado como combustível de aviões a jato, carros de corrida (Fórmula Indy) e, nos Estados Unidos, como aditivo da gasolina.

O seu uso como combustível apresenta inconvenientes: sua capacidade de corrosão do aço e sua grande toxicidade. Esse álcool é extremamente tóxico, e sua ingestão pode ocasionar cegueira e até morte. A dose letal é de 0,07 g por quilograma de massa corpórea. Isso significa que meia colher de sopa de metanol pode causar a morte de uma pessoa de 60 kg.

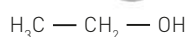
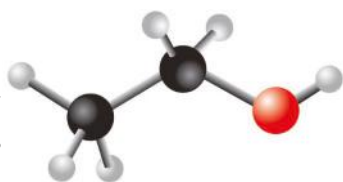


Banco de imagens/
Arquivo da editora

// A combustão do metanol, combustível usado nos carros da Fórmula Indy, produz uma chama invisível a olho nu, que libera ondas na faixa do ultravioleta.

David Madison/Corbis/Getty Images





Etanol ou álcool etílico



Fotos: Thinkstock/Getty Images

// No Brasil, o etanol é obtido da cana-de-açúcar, que apresenta rendimento maior do que o milho e ocupa menor área agrícola. O milho é a matéria-prima para a produção do etanol nos Estados Unidos.

Propriedades físicas do etanol		
TF	TE	Solubilidade em água
-115 °C	78,5 °C	infinita

Produção de etanol a partir da cana-de-açúcar

• 1ª fase – Moagem da cana

Obtém-se a garapa, ou caldo de cana, com alto teor de sacarose ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$).

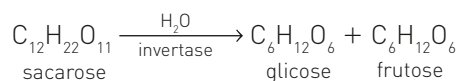
• 2ª fase – Produção do melaço

A garapa é aquecida e obtém-se o melaço, uma solução de aproximadamente 40% em massa de sacarose. Parte da sacarose se cristaliza, formando o açúcar mascavo.

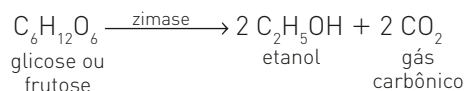
• 3ª fase – Fermentação do melaço

Acrescentam-se ao melaço leveduras (fermentos biológicos), como a *Saccharomyces*, que transformam a sacarose em etanol, devido à ação de enzimas produzidas por essas leveduras.

1ª etapa:



2ª etapa:



Após a fermentação, obtém-se o mosto fermentado, que contém até 12% em volume de etanol.

• 4ª fase – Destilação do mosto fermentado

O mosto fermentado é submetido ao processo de destilação fracionada, e obtém-se uma solução que contém até 96% de etanol e 4% de água em volume. Essa solução é denominada 96 °GL (Gay-Lussac).

Ricardo Azoury/Pulsar Imagens



// O bagaço obtido na moagem da cana-de-açúcar, antigamente descartado, é usado atualmente como combustível no aquecimento da garapa e também para a produção de plásticos biodegradáveis.

Marcel Mochet/Agência France-Press



// Na produção do mosto, percebe-se o processo de fermentação pela liberação de gás carbônico (bolhas que se formam na mistura). Esse fenômeno é conhecido como fervura fria ("ferver", do latim *fermentare*).

O etanol como combustível

No Brasil, na década de 1970, com a crise mundial de produção do petróleo, foi lançado um projeto denominado Pró-Álcool. Esse projeto previa a produção do etanol, a partir da cana-de-açúcar, para substituir a gasolina, que é um derivado do petróleo. Na época, o governo brasileiro incentivou a conversão de motores movidos a gasolina para álcool etílico em oficinas (retíficas de motores), e a indústria automobilística começou a produzir milhões de veículos movidos a álcool. A frota nacional nessa época chegou a ter aproximadamente 66% de veículos movidos a álcool. Com o passar do tempo, devido à queda do preço internacional do petróleo, o uso do álcool como combustível foi gradualmente diminuindo.

Em termos de poluição ambiental, isso foi um retrocesso, pois a principal vantagem da utilização do álcool etílico como combustível no lugar da gasolina está no fato de ele não lançar, na sua queima, óxidos de enxofre (SO_2) na atmosfera, ou seja, a combustão do etanol é mais “limpa”. Outra vantagem é o fato de esse combustível não se esgotar, pois, por meio da cultura da cana-de-açúcar, é possível renovar continuamente a fonte de obtenção do álcool, ao contrário do petróleo, que é um recurso não renovável.

O álcool comercializado em farmácias e supermercados é denominado **álcool desnaturado**. Ele recebe a adição de substâncias tóxicas, com sabor desagradável, para evitar que seja usado na produção de bebidas.

Etanol de segunda geração se prepara para entrar no mercado

Atualmente, no Brasil, o etanol é produzido pela fermentação do açúcar comum, a sacarose, presente na garapa (caldo de cana). Já o etanol de segunda geração (2G) pode ser obtido a partir da celulose, um polissacarídeo, presente na matéria orgânica dos vegetais (biomassa).

Isso pode representar para as usinas de cana um aumento superior a 40% na produção de etanol, sem ampliar a área do canavial.



// Depósito de biomassa em Macaé (RJ), 2013.



// Bomba de álcool combustível.



// Segundo o Sindipeças, sindicato que reúne as empresas de autopeças no Brasil, atualmente os carros *flex* representam 62,7% da frota nacional. Nesses veículos, o motor pode funcionar com álcool ou com gasolina, o que permite ao consumidor uma escolha economicamente mais vantajosa do combustível.

Bebidas alcoólicas

Todas as bebidas alcoólicas contêm certo teor de etanol. Elas podem ser classificadas em dois grupos: bebidas não destiladas e destiladas.

Bebidas não destiladas	Teor alcoólico (em °GL)	Matéria-prima
cerveja	de 3 a 5	cevada, lúpulo, arroz, cereais maltados (germinados), água e fermento
sidra	de 4 a 8	maçã
champanhe	11	uvas (fermentação na garrafa)
vinho	até 12	uvas (fermentação em tonéis)

Bebidas destiladas	Teor alcoólico (em °GL)	Matéria-prima
pinga (aguardente de cana)	de 38 a 54	cana-de-açúcar
conhaque (<i>brandy</i>)	de 40 a 45	destilado do vinho (uva)
gim	de 40 a 50	zimbros
tequila	de 40 a 50	agave
vodka	de 40 a 50	batata, cereais (trigo)
uísque	de 43 a 55	cereais envelhecidos (tipo escocês) e milho (tipo <i>bourbon</i>)
rum	45	melaço de cana

A quantidade de álcool em 1 litro de aguardente é aproximadamente igual à existente em 10 litros de cerveja.

O álcool e a saúde

Ao contrário do que muitos imaginam, a ingestão de álcool em grande quantidade pode levar à depressão do sistema nervoso central e não a sua estimulação. A falsa impressão de que o álcool é um estimulante deve-se a sua ação depressora nas áreas do cérebro responsáveis pelo julgamento, diminuindo as inibições naturais e as restrições de comportamento.

Pessoas sob a influência do álcool têm sua capacidade de julgamento e de avaliação de riscos diminuída. Podem tornar-se perigosas para si mesmas e para os outros, principalmente quando estão dirigindo um veículo.

Na maioria dos países, considera-se que uma concentração de 0,1% de álcool no sangue (0,1 g de álcool em 100 mL de sangue) é uma evidência legal de intoxicação alcoólica.

No Brasil, de acordo com a Lei 11 705 (19/6/2008), está proibido o consumo de qualquer quantidade de álcool para pessoas que dirigem veículos motorizados. Até o limite de 0,6 g de álcool por litro de sangue (o equivalente a uma única lata de cerveja ou uma taça de vinho), o motorista pagará uma multa e terá suspensão da Carteira Nacional de Habilitação por um ano. Acima de 0,6 g/L, o motorista pode ser preso.

O quadro abaixo mostra a relação entre o número de doses de 30 mL de uma bebida destilada (de 40 °GL a 50 °GL), a concentração de álcool no sangue e os efeitos no comportamento humano.

Número de doses	% de álcool no sangue	Efeitos no comportamento humano
2	0,05	falsa sensação de bem-estar, visão reduzida e euforia
4	0,10	deficiência de coordenação e confusão mental
6	0,15	grande dificuldade na coordenação e na resposta a fatos externos
8	0,20	depressão física e mental
12	0,30	fala indistinta
14	0,35	estupor
18	0,45	coma alcoólico
acima de 18	acima de 0,45	morte

Os efeitos descritos no quadro são mais intensos em pessoas que não têm o hábito de beber. O consumo de bebidas alcoólicas associado a práticas sociais tem se tornado um problema muito sério em todos os países. O uso abusivo do álcool causa dependência física e psíquica, levando o usuário a um estado doente, denominado **alcooolismo**. Quando um alcoólatra é privado do álcool, ele passa a sentir a **síndrome de abstinência**, caracterizada por delírios, alucinações e tremor intenso. Esse conjunto de sintomas é conhecido por *delirium tremens*.

A ingestão habitual de grandes quantidades de álcool causa danos irreversíveis ao cérebro, ao coração e ao fígado, além de provocar alterações no comportamento social. Segundo o Ministério da Saúde, 2,3 milhões de pessoas no mundo inteiro tiveram a morte associada à bebida alcoólica, em 2002.

A absorção do etanol pelo organismo é feita principalmente por meio do estômago, sendo muito mais rápida (por volta de uma hora) quando este se encontra vazio.

Refleta

1. O que é uma bebida destilada?
2. Em relação ao teor alcoólico, qual a principal diferença entre as bebidas destiladas e as fermentadas?
3. Escreva a fórmula e dê o nome do álcool presente na vodka, no vinho e no álcool combustível.
4. Coloque em ordem crescente de teor alcoólico: álcool combustível, cerveja e aguardente de cana.
5. Sabe-se que um adulto tem em média 5 litros de sangue em seu organismo. Qual o número de mol de etanol ingerido por um indivíduo com 0,1% de álcool no sangue, considerando que todo o álcool ingerido tenha sido absorvido?
6. O que você pensa sobre o rigor da legislação brasileira quanto a dirigir após ingerir álcool? Você concorda com ele?

7. Em conjunto com seus colegas, leia esta notícia:

De acordo com estudo da Organização Mundial da Saúde (OMS) divulgado nesta sexta-feira (11), pelo menos 2,5 milhões de pessoas morrem todos os anos em virtude do consumo inadequado de álcool. Os especialistas do órgão analisaram 100 países e concluíram que o consumo nocivo de álcool afeta principalmente os jovens e causa uma série de doenças. Por ano, cerca de 320 mil pessoas de 15 a 29 anos de idade morrem devido ao consumo de álcool.

Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2011/02/11/cerca-de-2-5-milhoes-morrem-a-cada-ano-por-consumo-de-bebida-alcoolica-diz-oms>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

A partir do texto acima, organizem um debate sobre o tema. Procurem também saber se na cidade de vocês há ações de apoio a dependentes de álcool e a suas famílias.

O teste do bafômetro

Parte do álcool não absorvido pelo organismo é eliminada através da respiração.

Há uma relação constante entre a quantidade de álcool existente no sangue e no ar alveolar, sendo essa constante de 1/2000. Assim, 1 cm³ de sangue contém tanto álcool quanto 2000 cm³ de ar alveolar.

Quando um motorista está sob suspeita de dirigir embriagado, ele é solicitado a realizar o teste do bafômetro, que consiste em recolher o ar expirado pelo motorista em uma mistura de dicromato de potássio em meio ácido, cuja cor é alaranjada. O álcool sofre oxidação ao entrar em contato com essa mistura, e o produto da reação apresenta cor verde. Quanto maior for o teor de álcool eliminado pela respiração, mais intensa será a cor verde.

Caso o motorista se recuse a fazer o teste, receberá as mesmas punições que uma pessoa alcoolizada, e a autoridade de trânsito pode levar o motorista suspeito para um exame clínico.

Ao contrário do que muitas pessoas pensam, chupar uma bala de hortelã ou fazer um bochecho ou gargarejo não altera o valor indicado no bafômetro.

Não existe maneira de o bafômetro indicar um valor menor de teor alcoólico do que o presente no sangue.



// A lei brasileira proíbe que os motoristas dirijam sob a influência de qualquer quantidade de álcool. No entanto, há uma tolerância para permitir que não sejam autuados, por exemplo, motoristas que façam uso de medicamentos com álcool ou que tenham comido bombons recheados com bebida alcoólica. Se o bafômetro indicar teor alcoólico sanguíneo superior a 0,025% em volume, o motorista será autuado.

EXPLORE SEU MUNDO

Álcoois nos produtos domésticos

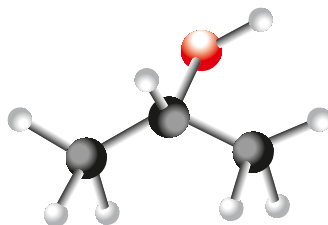
Leia os rótulos de produtos presentes na sua casa, como sanitizadores, enxaguantes bucais, produtos para a limpeza de mãos e aromatizantes de alimentos. Procure o nome de álcoois presentes na composição desses produtos.

1. Como é possível identificar os álcoois pelos rótulos?
2. Qual é o álcool mais comum encontrado nos produtos?
3. Desenhe as fórmulas estruturais condensadas dos álcoois encontrados nos rótulos.

Fonte: TIMBERLAKE, K. C. *Chemistry: An Introduction to General, Organic, and Biological Chemistry*. 11. ed. p. 413. Glenview: Prentice Hall, 2012. Traduzido pelo autor.

Fundamentando seus conhecimentos

A ilustração abaixo representa a molécula de um monoálcool.



Banco de imagens/Arquivo da editora

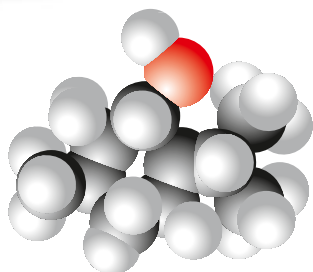
A seu respeito, responda às questões **1** a **4**.

1. Escreva suas fórmulas estrutural plana e molecular.
2. Dê seu nome oficial.
3. Existe mais de uma nomenclatura aceita para os álcoois. Dê outro nome aceito para esse álcool.
4. Classifique esse álcool em primário, secundário ou terciário.
5. Dê as estruturas dos álcoois:
I. pentan-1-ol;
II. 3-metilpentan-1-ol;
III. 2-metilbutan-2-ol.
6. O mentol, presente na hortelã comum, afeta os sensores responsáveis pela indicação de frio, tornando-os ativos a uma temperatura superior à normal. Por esse motivo, um local morno, como a boca, pode ser sentido como frio.

FoodCollection/EasyPix Brasil



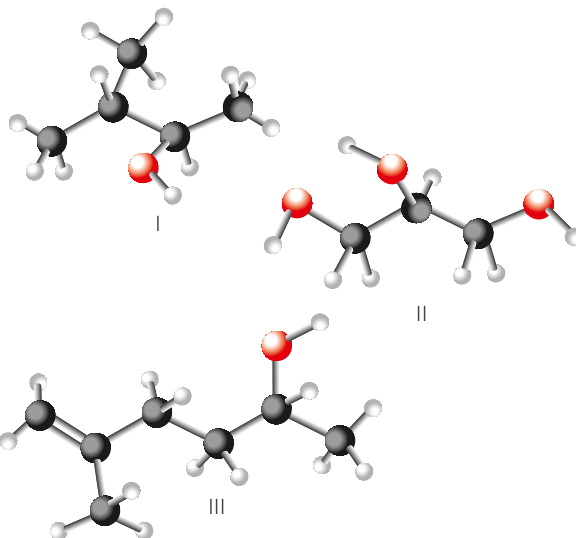
// O nome oficial do mentol é 2-isopropil-5-metilciclohexan-1-ol.



Banco de imagens/Arquivo da editora

Escreva as fórmulas estrutural plana e molecular do mentol.

7. Dê o nome dos álcoois representados a seguir.



Ilustrações: Banco de imagens/Arquivo da editora

8. Escreva a fórmula estrutural e dê o nome oficial dos seguintes álcoois:
- I. álcool metílico;
 - II. álcool etílico;
 - III. álcool isopropílico.

Para responder às questões **9** a **11**, leia o texto extraído do livro *Estação Carandiru*, de Drauzio Varella, a respeito da produção da maria-louca, aguardente tradicional de presídio.

— Esse é o segredo! Se vazar, o cheiro sai para a galeria e os polícias caem em cima, que eles é sujo com pinga. Diz que o cara bebe e fica folgado com a pessoa deles. Do jeito que eu fecho, doutor, pode passar um esquadrão no corredor com o nariz afilado, que pelo odor jamais percebe a contravenção praticada no barraco.

Durante sete dias a mistura fermenta.

— No sétimo, a fermentação é tanta que o tambor chega a andar sozinho, parece que está vivo.

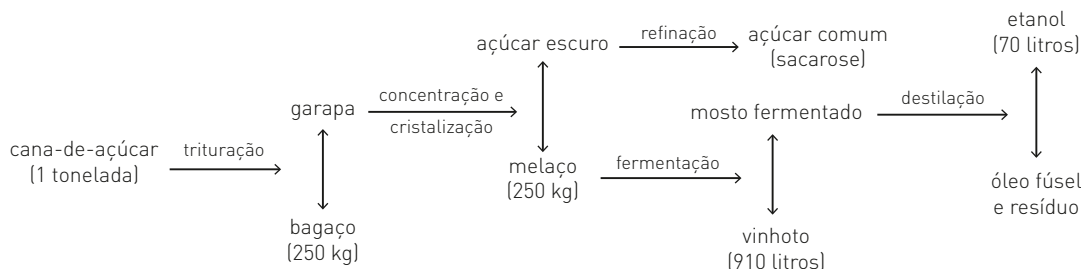
São Paulo: Companhia das Letras, 1999. p. 182-183.

9. Dê a fórmula estrutural plana e o nome do álcool que está sendo produzido.
10. Complete as reações:
- $$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \underset{\text{glicose}}{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} + \textcircled{\text{A}} \underset{\text{frutose}}{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}$$
- $$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \longrightarrow 2 \textcircled{\text{B}} (\ell) + 2 \textcircled{\text{C}} (\text{g})$$

11. Como você pode explicar o fato mencionado no texto: “a fermentação é tanta que o tambor chega a andar sozinho, parece que está vivo”?

Desenvolvendo seus conhecimentos

1. (Enem) O esquema ilustra o processo de obtenção do álcool etílico a partir da cana-de-açúcar.



Reprodução/Arquivo da editora

Em 1996, foram produzidos no Brasil 12 bilhões de litros de álcool. A quantidade de cana-de-açúcar, em toneladas, que teve de ser colhida para esse fim foi aproximadamente:

- x a) $1,7 \cdot 10^8$. b) $1,2 \cdot 10^9$. c) $1,7 \cdot 10^9$. d) $1,2 \cdot 10^{10}$. e) $7,0 \cdot 10^{10}$.
2. (Enem) Os acidentes de trânsito, no Brasil, em sua maior parte são causados por erro do motorista. Em boa parte deles, o motivo é o fato de dirigir após o consumo de bebida alcoólica. A ingestão de uma lata de cerveja provoca uma concentração de aproximadamente 0,3 g/L de álcool no sangue. A tabela abaixo mostra os efeitos sobre o corpo humano provocados por bebidas alcoólicas em função de níveis de concentração de álcool no sangue:

Concentração de álcool no sangue (g/L)	Efeitos
0,1 – 0,5	Sem influência aparente, ainda que com alterações clínicas.
0,3 – 1,2	Euforia suave, sociabilidade acentuada e queda da atenção.
0,9 – 2,5	Excitação, perda de julgamento crítico, queda da sensibilidade e das reações motoras.
1,8 – 3,0	Confusão mental e perda da coordenação motora.
2,7 – 4,0	Estupor, apatia, vômitos e desequilíbrio ao andar.
3,5 – 5,0	Coma e morte possível.

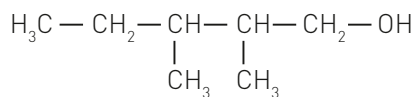
[Revista Pesquisa Fapesp nº 57, set. 2000.]

Uma pessoa que tenha tomado três latas de cerveja provavelmente apresenta:

- x a) queda de atenção, de sensibilidade e das reações motoras.
 b) aparente normalidade, mas com alterações clínicas.
 c) confusão mental e falta de coordenação motora.
 d) disfunção digestiva e desequilíbrio ao andar.
 e) estupor e risco de parada respiratória.
3. (Unicamp-SP) Decida se a afirmação a seguir é verdadeira ou falsa. Justifique sua decisão.
 Se nos veículos com motor a álcool houvesse queima completa desse combustível, seus canos de escape deixariam de lançar substâncias químicas na atmosfera.
4. Leia o texto a seguir:
 Várias pessoas, após ingerirem uma bebida conhecida por “bombeirinho”, sofreram intoxicação, sendo que algumas delas ficaram cegas.
 (O Estado de S. Paulo.)
 Com base nesse texto, indique o nome do álcool que provavelmente contaminou essa bebida e represente em seu caderno sua fórmula estrutural.
5. (Fuvest-SP) A queima de álcool etílico (C_2H_5OH) produz gás carbônico (CO_2) e água.
 a) Escreva a equação balanceada representativa dessa reação.
 b) Dê uma aplicação prática dessa reação.

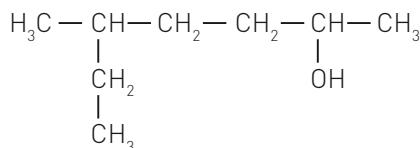
6. (FMPA) O nome sistemático, de acordo com a IUPAC, para a estrutura ao lado é:

- ☒ a) 2,3-dimetil-1-pentanol.
- b) 2,3-dimetil-pentanol.
- c) 2-metil-3-etil-1-butanol.
- d) 2-metil-3-etil-butanona.
- e) 2,3-dimetil-3-etil-1-propanol.

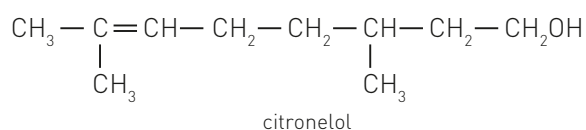


7. (Efoa-MG) De acordo com a IUPAC, o nome do composto de fórmula ao lado é:

- a) 5-etil-2-hexanol.
- b) 3-metil-6-heptanol.
- c) 2-etil-2-hexanol.
- d) 2-metil-5-heptanol.
- ☒ e) 5-metil-2-heptanol.



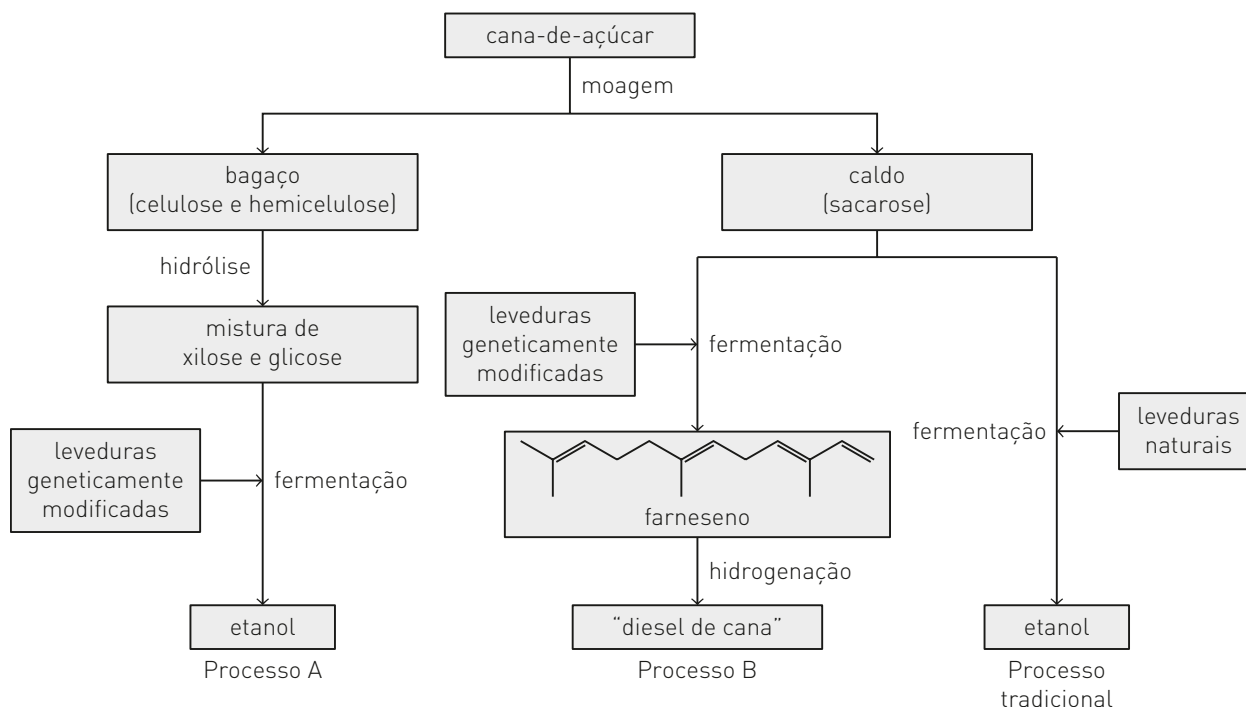
8. (Ufpel-RS) As essências artificiais são destinadas ao uso, em perfumaria e saboaria, para a composição de perfumes de flores. Assim, a essência artificial de rosas é constituída de geraniol, citronelol, formiato de citronelila, butirato de citronelila etc.



A nomenclatura oficial para o citronelol é:

- a) 2,6-dimetil-octanol.
- b) 3,7-dimetil-octanol.
- c) 2,6-dimetil-6-octeno-1-ol.
- ☒ d) 3,7-dimetil-6-octeno-1-ol.
- e) 2,6-dimetil-3-octeno-1-ol.

9. (Fuvest-SP) No processo tradicional, o etanol é produzido a partir do caldo da cana-de-açúcar por fermentação promovida por leveduras naturais, e o bagaço de cana é desprezado. Atualmente, leveduras geneticamente modificadas podem ser utilizadas em novos processos de fermentação para a produção de biocombustíveis. Por exemplo, no processo A, o bagaço da cana, após a hidrólise da celulose e da hemicelulose, também pode ser transformado em etanol. No processo B, o caldo de cana, rico em sacarose, é transformado em farneseno que, após hidrogenação das ligações duplas, se transforma no “diesel de cana”. Esses três processos de produção de biocombustíveis podem ser representados por:



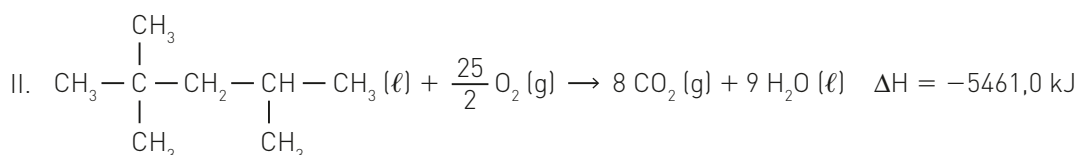
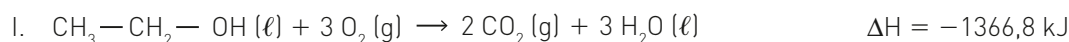
Com base no descrito anteriormente, é correto afirmar:

- a) No Processo A, a sacarose é transformada em celulose por micro-organismos transgênicos.
- x b) O Processo A, usado em conjunto com o processo tradicional, permite maior produção de etanol por hectare cultivado.
- c) O produto da hidrogenação do farneseno não deveria ser chamado de “diesel”, pois não é um hidrocarboneto.
- d) A combustão do etanol produzido por micro-organismos transgênicos não é poluente, pois não produz dióxido de carbono.
- e) O Processo B é vantajoso em relação ao Processo A, pois a sacarose é matéria-prima com menor valor econômico do que o bagaço de cana.

Leia o texto para responder à questão.

O aumento da demanda de energia é uma das principais preocupações da sociedade contemporânea.

A seguir, temos equações termoquímicas de dois combustíveis muito utilizados para a produção de energia.

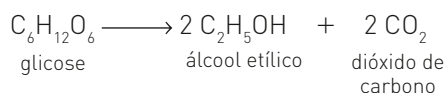


10. (Fatec-SP) Sobre as equações mencionadas, em I e II, é correto afirmar que,
- a) em I, temos um combustível de origem vegetal, que pertence à função aldeído.
 - b) em I, temos um combustível de origem fóssil, obtido a partir do petróleo.
 - c) em II, temos etanol, que pode ser obtido da cana-de-açúcar.
 - x d) em II, temos a combustão de um componente da gasolina, 2,2,4-trimetilpentano.
 - e) em II, temos a combustão do gás natural, isoctano.

Atividades práticas

I. Enzimas da levedura

As leveduras são microrganismos vivos. Elas contêm enzimas que têm várias utilidades. Uma dessas enzimas é a zimase, que catalisa a conversão de glicose em álcool etílico e dióxido de carbono:



Esse tipo de reação, conhecido como fermentação, é usado na produção de etanol e na fabricação de pães.

A massa do pão feita com levedura (fermento) cresce porque o dióxido de carbono produzido é expulso durante a fermentação. As reações da fermentação ocorrem muito lentamente em temperatura ambiente; portanto, a massa cresce mais rapidamente quando é aquecida.

Você pode demonstrar a atividade enzimática da levedura assim:

Material

- 1 envelope de fermento seco ativo ou uma colher de sopa de levedura
- 2 colheres de chá de açúcar granulado
- meia xícara de água morna



Siga as orientações de segurança do laboratório

Procedimento

Coloque o fermento na água morna e adicione o açúcar. Mexa bem e deixe a mistura em repouso. Se a levedura estiver ativa, pequenas bolhas de dióxido de carbono aparecerão na superfície em alguns minutos. A mistura crescerá enquanto o gás se desprender.

II. Preparando o etanol

O etanol pode ser obtido a partir da cana-de-açúcar. A sacarose presente no caldo de cana (garapa), sob ação de um fermento biológico, transforma-se em etanol.

Material

- 1 litro de caldo de cana
- 1 tablete de fermento biológico
- 1 chaleira ou bule
- 2 metros de mangueira plástica de diâmetro compatível com o bico da chaleira ou do bule
- 1 lata grande de tinta vazia (18 L)
- massa de vidraceiro ou epóxi
- gelo
- 2 recipientes
- água

Procedimento

Dissolva o fermento em água morna e adicione essa mistura ao caldo de cana em qualquer recipiente disponível, deixando-a em repouso por cinco dias.

Faça dois furos com o mesmo diâmetro da mangueira: um no lado inferior da lata, e outro no lado oposto superior. Enrole a mangueira, em forma de serpentina, dentro da lata. Passe uma extremidade da mangueira pelo furo inferior e, depois, vede-o com epóxi ou massa de vidraceiro. Passe a outra extremidade da mangueira pelo furo superior da lata e vede o furo antes de adaptar a mangueira ao bico da chaleira.

Decorrido o prazo de descanso da mistura, coloque-a na chaleira, cujo bico deve ser adaptado à outra extremidade da mangueira.

Encha com água e gelo a lata que contém a mangueira. Aqueça brandamente a chaleira com a mistura fermentada e coloque a extremidade livre da mangueira dentro de um recipiente vazio. O líquido recolhido nesse recipiente é uma mistura de várias substâncias, sendo o etanol o seu principal componente. Essa mistura **não deve ser ingerida**, pois contém substâncias extremamente tóxicas. Ela poderá ser utilizada no experimento III a seguir no lugar do álcool comum.

Agora, responda às questões:

1. Qual é o principal açúcar (dissacarídeo) presente no caldo de cana? Dê sua fórmula molecular.
2. Qual é a finalidade do fermento? Justifique.
3. Equacione as reações que transformam a cana-de-açúcar em álcool.
4. Qual é o nome da mudança de estado físico que ocorre dentro da mangueira?
5. Qual é o nome do processo de separação utilizado para a extração do álcool?
6. Represente esquematicamente a aparelhagem de laboratório que substitui a utilizada no experimento.



Marcos Aurélio/Arquivo da editora



III. Comparando combustões

Combustíveis diferentes, em função de sua estrutura, exigem diferentes quantidades de oxigênio (comburente) para sofrer o mesmo tipo de combustão. Neste experimento, vamos comparar a combustão de um derivado de petróleo com a do álcool extraído da cana-de-açúcar

Material

- 2 lamparinas
- 2 pratos de porcelana
- 10 mL de álcool comum
- 1 par de luvas térmicas
- 10 mL de gasolina



Procedimento

Coloque cada combustível em uma lamparina.

Acenda a lamparina que contém álcool, observe e anote a coloração da chama. A seguir, coloque um dos pratos acima da chama durante 1 minuto (cuidado: segure o prato com o auxílio de luvas térmicas). Veja a ilustração ao lado.

Repita o procedimento com a lamparina que contém gasolina.

Com base nas observações feitas durante o experimento, responda às questões:

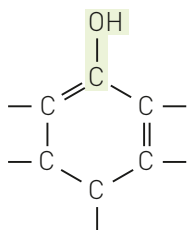
1. Qual é a diferença de coloração entre as duas chamas?
2. Qual das substâncias, ao sofrer combustão, produziu maior quantidade de fuligem recolhida na superfície do prato? Qual é a constituição da fuligem?
3. Considerando que a fórmula molecular da gasolina é C_8H_{18} e a do álcool de cana é C_2H_5O , escreva em seu caderno a equação de combustão completa de cada um dos dois combustíveis.
4. Na combustão completa de 1 mol de cada combustível, qual deles requer maior quantidade de comburente?
5. A regulagem da entrada de ar em um carro movido a álcool deve ser igual à de um carro movido a gasolina? Por quê?



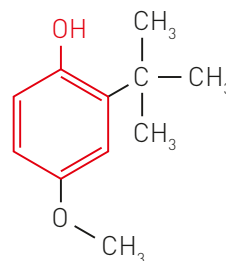
Fenóis

Características e nomenclatura

Os fenóis são compostos que apresentam o grupo hidroxila ($-OH$) ligado diretamente a um átomo de carbono do anel aromático.

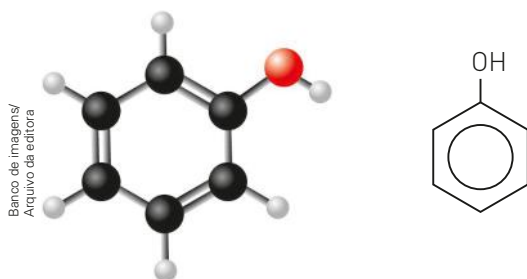


Thinkstock/Getty Images



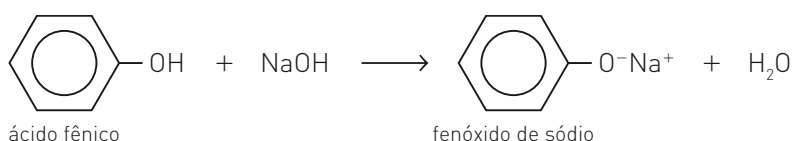
// No cravo-da-índia, uma das especiarias mais comercializadas na época das Grandes Navegações portuguesas, a partir do final do século XV, existe uma substância que pertence à função fenol e é responsável pelo seu aroma.

SAIBA \ MAIS

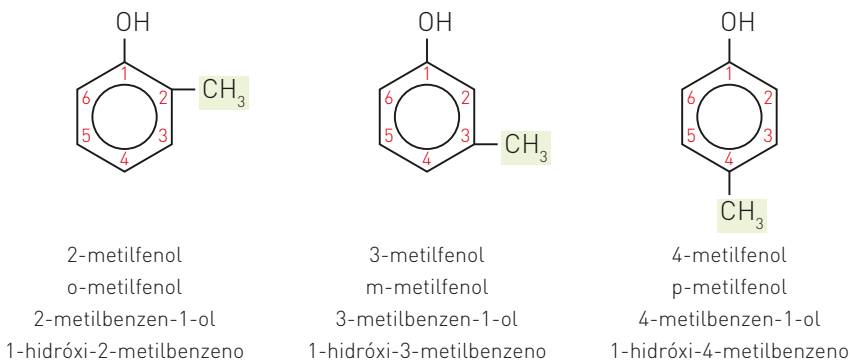


Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a História, de Penny Le Couteur e Jay Burreson. Editora Jorge Zahar

Relato fascinante de como alguns materiais foram – ou ainda são – importantes para a humanidade.



Caso ocorram ramificações, é necessário indicar suas posições. Para isso, a numeração dos carbonos do anel aromático é iniciada por aquele que apresenta o grupo hidroxila, prosseguindo-se de modo que as ramificações sejam indicadas pelos menores algarismos possíveis.

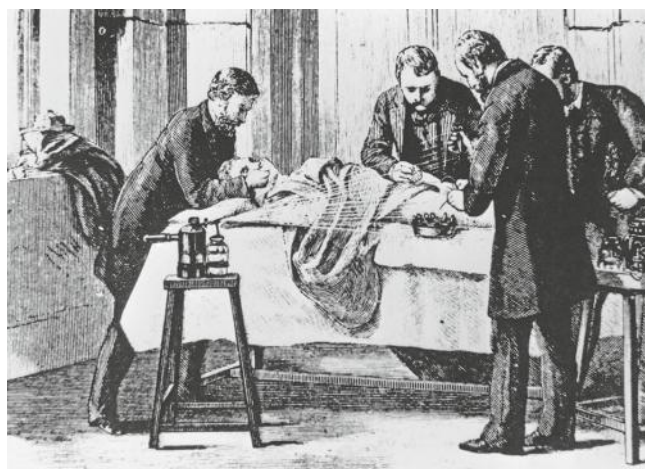


Comercialmente, os compostos do tipo metilfenol são conhecidos como cresóis.

Uma aplicação do fenol

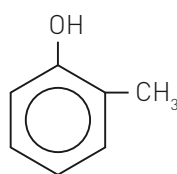
A característica mais importante da maioria dos fenóis é que eles apresentam propriedades bactericidas e fungicidas.

O **fenol** ou **ácido fênico** em solução aquosa foi o primeiro antisséptico comercializado. Seu uso foi introduzido em hospitais por volta de 1870, provocando uma queda muito grande no número de mortes causadas por infecção pós-operatória. Na época, o nome dessa solução diluída era **ácido carbólico**. O fenol comum deixou de ser utilizado com essa finalidade quando se descobriu que ele é corrosivo, podendo causar queimaduras quando em contato com a pele, e venenoso quando ingerido por via oral.

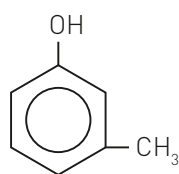


/// Gravura inglesa da década de 1870 representando o uso de *spray* antisséptico em cirurgias do século XIX (coleção particular).

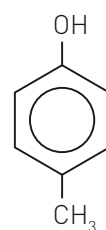
Muitos dos atuais antissépticos, fungicidas e desinfetantes são derivados do fenol, como:



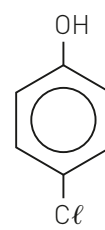
o-cresol
orto-cresol



m-cresol
meta-cresol



p-cresol
para-cresol



p-clorofenol
para-clorofenol

Essas substâncias podem fazer parte da creolina, um dos desinfetantes mais usados em indústrias e em recintos fechados destinados à criação de animais de corte.

Fundamentando seus conhecimentos

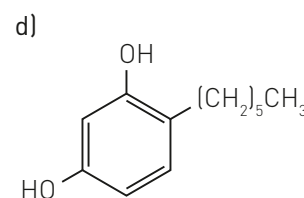
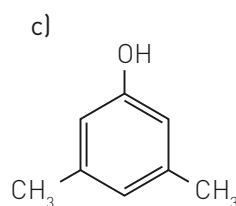
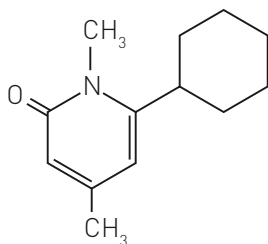
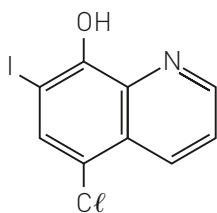
1. Pessoas que trabalham com hidrocarbonetos aromáticos, como o benzeno, podem sofrer intoxicação devido à inalação de seus vapores. Isso pode ser verificado pela presença de traços de fenol na urina. Esse processo ocorre no organismo por meio de uma reação de substituição. Indique qual o elemento químico presente no benzeno que foi substituído e qual o grupo substituinte.
2. Por que o ácido carbólico (solução aquosa de ácido fênico ou fenol) deixou de ser usado em hospitais?

Indique dois produtos caseiros que poderiam ser utilizados para neutralizar o ácido carbólico.

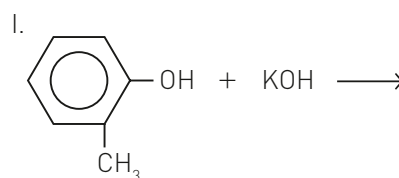
3. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais dos compostos:
 - I. orto-etilfenol;
 - II. para-etilfenol.
4. A creolina é uma mistura de cresóis (metilfenol). Existem três cresóis: o-metilfenol, m-metilfenol e p-metilfenol. Escreva a fórmula molecular desses cresóis.

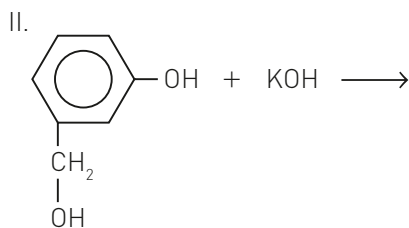
Desenvolvendo seus conhecimentos

1. (Unimontes-MG) A ação fungistática e fungicida de alguns fármacos impede a reprodução dos fungos que causam infecções na pele e mucosas do corpo. Alguns compostos fenólicos são usados como agentes antifúngicos. O Ciclopirox, embora apresente ação semelhante, não é um fenol. O Ciclopirox encontra-se *corretamente* representado pelas estruturas:
 - a)
 - x b)



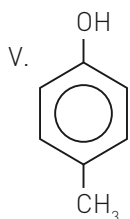
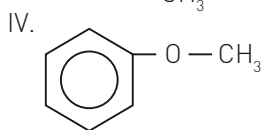
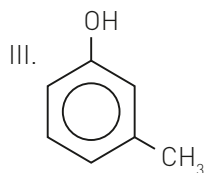
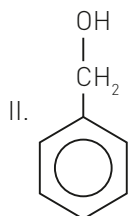
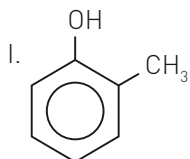
2. Os fenóis apresentam um certo caráter ácido, isto é, podem reagir com uma base. De acordo com essas informações, complete as equações:





Com base nas estruturas abaixo, responda às questões **3** a **5**.

Os compostos a seguir apresentam fórmula molecular C_7H_8O .

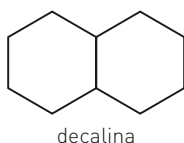
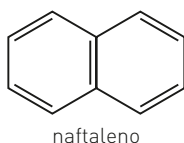


3. Quais são os fenóis?

4. Qual estrutura representa um álcool?

5. Quais apresentam caráter ácido?

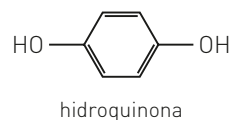
6. (UFMG) Considere as estruturas moleculares do naftaleno e da decalina, representadas pelas fórmulas abaixo.



Substituindo, em ambas as moléculas, um átomo de hidrogênio por um grupo hidroxila ($-OH$), obtêm-se dois compostos que pertencem, respectivamente, às funções:

- a) álcool e fenol. x c) fenol e álcool.
b) fenol e fenol. d) álcool e álcool.

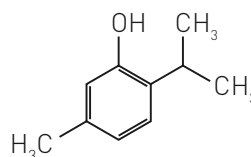
7. (Puccamp-SP) Na revelação de uma *fotografia* analógica, ou seja, de película, uma das etapas consiste em utilizar uma solução reveladora, cuja composição contém hidroquinona.



A função orgânica que caracteriza esse composto é

- a) álcool. d) benzeno.
x b) fenol. e) cetona.
c) ácido carboxílico.

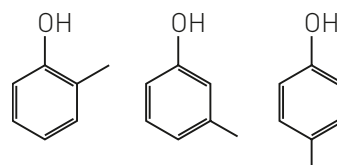
8. (Uece) Na composição dos enxaguantes bucais existe um antisséptico para matar as bactérias que causam o mau hálito. Um dos mais usados possui a seguinte estrutura:



Esse composto é identificado com a função química dos

- x a) fenóis.
b) álcoois.
c) ácidos carboxílicos.
d) aromáticos polinucleares.

9. (Ifsul-RS) Um dos produtos mais usados como desinfetante é a creolina formada por um grupo de compostos químicos fenólicos, os quais apresentam diferentes fórmulas estruturais, tais como:

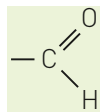


Os compostos apresentados no quadro acima são denominados, respectivamente, de

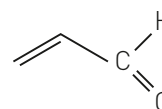
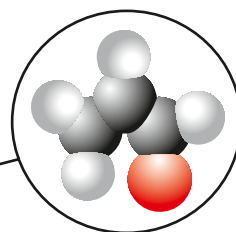
- a) o-cresol, p-cresol e m-cresol.
b) p-cresol, m-cresol e o-cresol.
x c) o-cresol, m-cresol e p-cresol.
d) p-cresol, o-cresol e m-cresol.

Aldeídos

Os aldeídos apresentam o grupo carbonila $\left(\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \end{array} \right)$ na extremidade da cadeia, isto é, em um carbono primário.



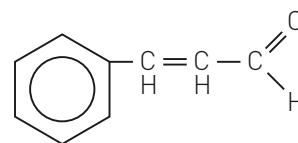
// A acroleína é um aldeído volátil que se forma quando as gorduras existentes na carne se decompõem pela ação do calor. Seu cheiro característico é associado ao cheiro de churrasco.



// Muitos aldeídos são responsáveis pelo aroma de vegetais. O aldeído cinâmico é encontrado na canela, casca da árvore *Cinnamomum zeylanicum*.

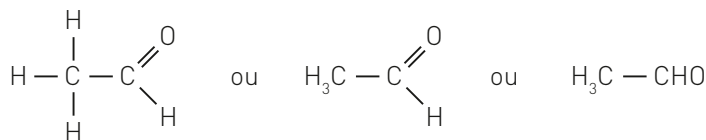


Fotos: Thinkstock/Getty Images



O grupo funcional dos aldeídos sempre estará localizado em uma extremidade da cadeia. De acordo com as regras da IUPAC, seus nomes recebem o sufixo **-al**.

Veja alguns exemplos:

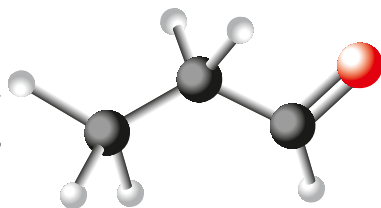


fórmulas estruturais

Prefixo: nº de carbonos = 2 $\Rightarrow$ et
Intermediário: tipo de ligação = simples $\Rightarrow$ an
Sufixo: função = aldeído $\Rightarrow$ al

etanal

Banco de imagens/Arquivo da editora

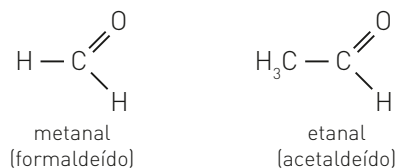


fórmulas estruturais

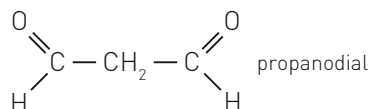
Prefixo: nº de carbonos = 3 $\Rightarrow$ prop
Intermediário: tipo de ligação = simples $\Rightarrow$ an
Sufixo: função = aldeído $\Rightarrow$ al

propanal

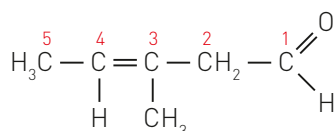
Os dois aldeídos mais simples apresentam nomes formados pelos prefixos **form-** e **acet-**, seguidos da palavra **aldeído**.



Caso existam dois grupos aldeído, o sufixo usado é **-dial**.



Os aldeídos ramificados e/ou insaturados seguem as regras já vistas. Como o grupo funcional está sempre na extremidade, esse carbono sempre será o número 1, portanto, sua posição não precisa ser indicada.

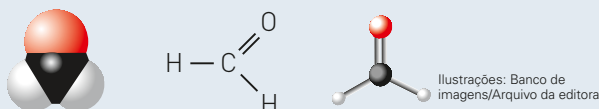


Prefixo: nº de carbonos = 5 ⇒ pent Intermediário: tipo de ligação = 1 dupla ⇒ en Sufixo: função = aldeído ⇒ al Localização da dupla ⇒ 3 Grupo: metil Localização do grupo ⇒ 3	}	pent-3-enal	}	3-metilpent-3-enal
---	---	---------------------------	---	----------------------------------

Um aldeído importante

O metanal

O **metanal** é o principal aldeído, sendo conhecido também por **aldeído fórmico**, **formaldeído** ou **formol**. Ele apresenta a seguinte fórmula estrutural:



Nas condições ambientes, ele é um gás incolor extremamente irritante para as mucosas. Quando dissolvido em água, forma-se uma solução cuja concentração pode ser no máximo de 40% em massa, conhecida por **formol** ou **formalina**.

O formol tem a propriedade de desnaturar proteínas, tornando-as resistentes à decomposição por bactérias. Por essa razão, é usado como fluido de embalsamamento, na conservação de espécies biológicas e também como antisséptico.

Durante a defumação doméstica, as carnes são submetidas à fumaça proveniente da queima de madeira, que contém o aldeído fórmico, um dos responsáveis pela conservação da carne defumada.

Atualmente, o metanal é usado em escala industrial como matéria-prima na produção de muitos plásticos e resinas.

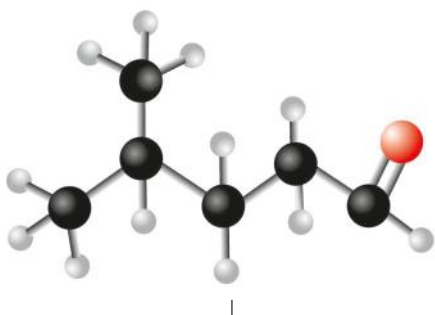


/// O formol é usado na conservação de partes do corpo humano e de animais, como esta estrela-do-mar representada na fotografia, que podem ajudar em pesquisas, por exemplo.

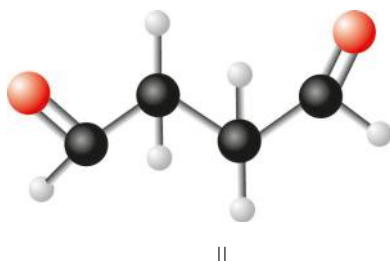
SPL/Fotarena

Fundamentando seus conhecimentos

- Dê as fórmulas estruturais planas dos compostos:
I. 2-etil-3-metil-hexanal;
II. 3-metilbut-3-enal.
- Dê o nome dos aldeídos cujas moléculas aparecem representadas pelos modelos:



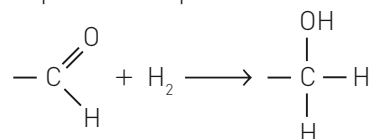
Ilustrações: Banco de imagens/Arquivo da editora



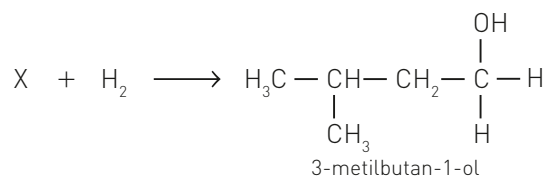
- Existe no mercado um produto utilizado para tornar as unhas mais duras e “resistentes”; um dos seus componentes é o aldeído de menor massa molar. Qual o nome e qual a fórmula estrutural desse aldeído?

Com base na informação abaixo, responda às questões **4 a 6**.

A reação de hidrogenação (redução) de um aldeído pode ser representada por:

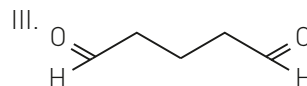
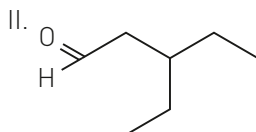
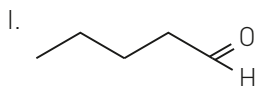


- Equacione a hidrogenação do etanal.
- Equacione a redução do butanal.
- Dê o nome de X que completa a reação:

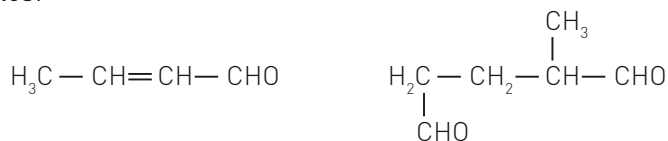


Desenvolvendo seus conhecimentos

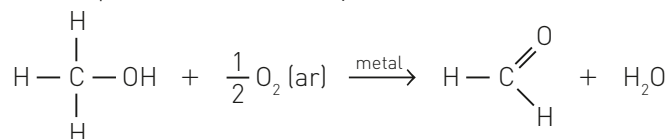
- Dê o nome dos aldeídos:



- Dê o nome dos compostos:



- (Uece) O metanal é extremamente importante e pode ter inúmeros usos, como: desinfetante na preservação de cadáveres, madeiras e peles de animais; na fabricação de polímeros, como a baquelite, e de resinas empregadas na fórmica; na obtenção de urotropina, usada como medicamento das vias urinárias, e na obtenção de explosivos. Identifique o metanal na reação:



e assinale a alternativa que mostra corretamente sua função.

- ☒ a) aldeído. ☐ b) cetona. ☐ c) álcool. ☐ d) éter.

4. Muitos aldeídos são responsáveis pelo aroma e pelo sabor de frutas e outros vegetais.

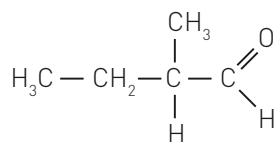


// O benzaldeído é o flavorizante presente nas cerejas em marasquino. Também é utilizado em perfumaria.

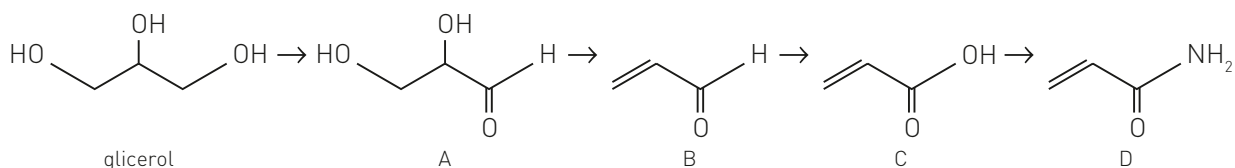
Escreva em seu caderno a fórmula estrutural do benzaldeído.

5. Nos motores a explosão que utilizam etanol como combustível, ocorre a formação de um monoaldeído alifático saturado com o mesmo número de átomos de carbono que o álcool, devido à sua oxidação parcial. Escreva em seu caderno a fórmula estrutural do aldeído mencionado e dê o seu nome oficial.

6. (Unicentro-PR) O nome do composto abaixo é:



- a) ácido 2-metilbutanodioico. c) ácido pentanodioico. e) pentanona.
b) pentanal. **x**d) 2-metilbutanal.
7. (UFPA) O caproaldeído é uma substância com odor desagradável e irritante que é eliminada pelas cabras durante o seu processo de transpiração. Sabendo-se que esse aldeído é um hexanal, podemos afirmar que, em uma molécula desse composto, o número de hidrogênios é igual a:
- a) 4. c) 6. **x**e) 12.
b) 5. d) 10.
8. (UFPR) Nos últimos anos, o Brasil tem investido em fontes alternativas de energia, como é o caso do biodiesel, um combustível alternativo ao óleo *diesel*, que pode ser produzido a partir de óleos vegetais e gorduras de origem animal. Um dos métodos de obtenção do biodiesel envolve a reação de transesterificação dos triglicerídeos, com etanol ou metanol, em presença de base. Nessa reação, o glicerol é o subproduto mais importante, pois pode ser usado na obtenção de diversos produtos químicos. Uma das rotas possíveis na transformação química do glicerol é apresentada no esquema abaixo:

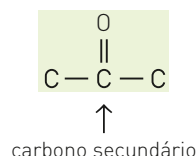


Em relação ao esquema de reações acima, responda às seguintes questões:

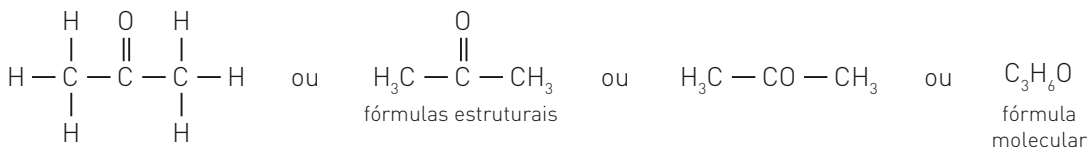
- a) Escreva o nome oficial (IUPAC) do glicerol.
b) Que funções orgânicas estão presentes no composto A?

Cetonas

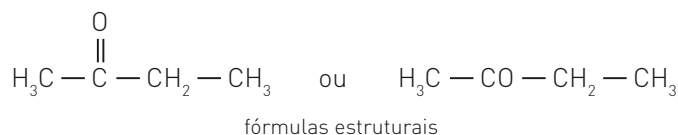
As cetonas apresentam o grupo carbonila $\left[\text{—C}=\text{O} \right]$. De acordo com as regras da IUPAC, o sufixo utilizado para indicar a função é **-ona**.



Veja os exemplos:

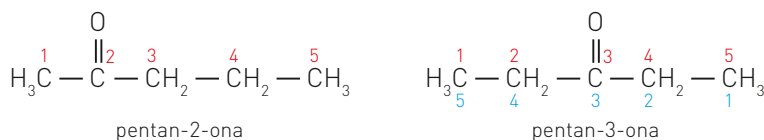


Prefixo: nº de carbonos = 3 $\Rightarrow$ prop
Intermediário: tipo de ligação = simples $\Rightarrow$ an
Sufixo: função = cetona $\Rightarrow$ ona
propanona

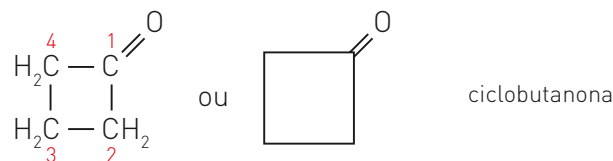


Prefixo: nº de carbonos = 4 $\Rightarrow$ but
Intermediário: tipo de ligação = simples $\Rightarrow$ an
Sufixo: função = cetona $\Rightarrow$ ona
butanona ou butan-2-ona

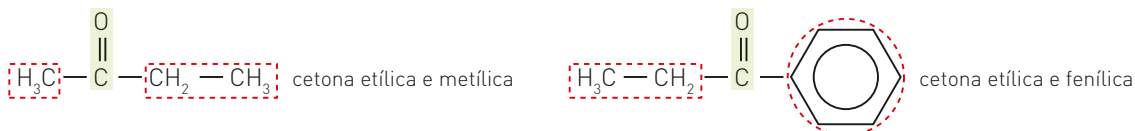
Nas cetonas alifáticas com 5 ou mais átomos de carbono, para indicar a posição do grupo funcional, a numeração deve ser iniciada pela extremidade mais próxima do grupo >C=O .



Se a cadeia for cíclica, não há necessidade de indicar a posição do grupo funcional, pois a numeração dos carbonos sempre deverá iniciar-se por aquele que apresentar o grupo carbonila. Veja:

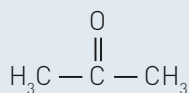


Existe uma nomenclatura usual em que o grupo >C=O é denominado cetona, e seus ligantes são considerados grupos orgânicos.

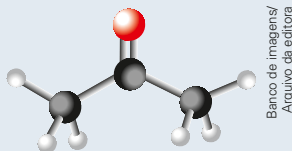


Propanona: a principal cetona

A propanona, a principal cetona, é também conhecida por **acetona** e apresenta a seguinte estrutura:



ou



Banco de imagens/
Arquivo da editora

A acetona é líquida à temperatura ambiente, apresenta odor característico e é solúvel tanto em água como em solventes orgânicos; por isso, é muito utilizada como solvente de tintas, vernizes e esmaltes.

Na indústria de alimentos, sua aplicação mais importante ocorre na extração de óleos e gorduras de sementes como soja, amendoim e girassol.

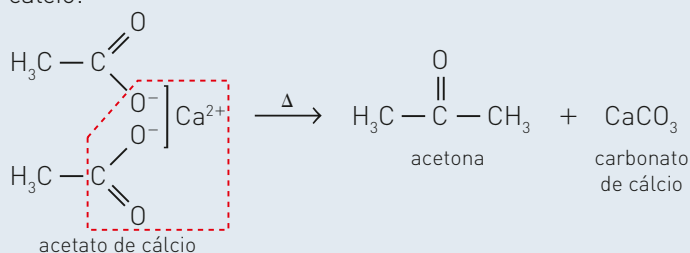
Sua comercialização é controlada pelo Departamento de Entorpecentes da Polícia Federal por ser utilizada na extração da cocaína a partir das folhas da coca.

A acetona é formada em nosso organismo pela metabolização de gorduras. Sua concentração normal é menor que 1 mg/100 mL de sangue.

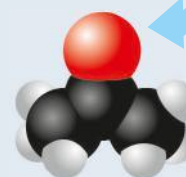
Em algumas anomalias, como o diabetes melito, a concentração de acetona é superior ao nível normal.

A acetona é excretada na urina, onde pode ser facilmente detectada.

Um método clássico para obtenção da acetona é a decomposição térmica do acetato de cálcio:



Reprodução/Arquivo da editora



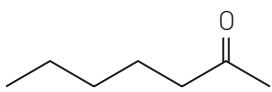
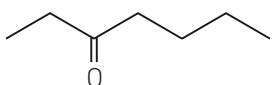
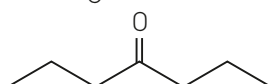
/// A acetona está presente em muitos removedores de esmalte. Seu uso frequente fragiliza as unhas.

Fundamentando seus conhecimentos

1. Escreva em seu caderno a fórmula estrutural dos compostos:

- hexan-2-ona;
- 2-metil-hexan-3-ona;
- ciclopentanona;
- cetona dietílica;
- pentano-2,4-diona.

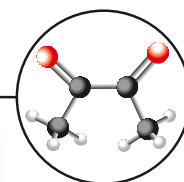
2. Dê os nomes das cetonas:

- 
- 
- 
- $\text{H}_3\text{C}-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

3. A molécula representada na ilustração abaixo é um líquido amarelo e volátil com cheiro de queijo e é responsável pelo sabor característico da manteiga.



Stockphoto/Image Plus

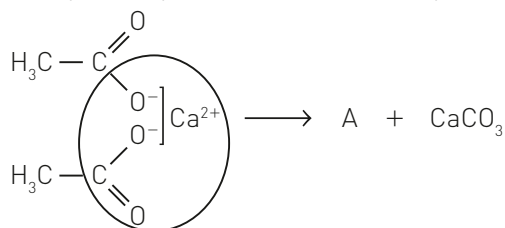


Banco de imagens/
Arquivo da editora

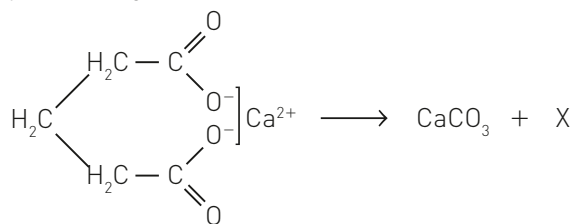
A seu respeito, escreva no caderno:

- A fórmula estrutural plana.
 - A fórmula molecular.
 - O nome.
4. Escreva em seu caderno todas as fórmulas estruturais das cetonas alifáticas normais que apresentem fórmula molecular $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$.

5. Escreva em seu caderno a fórmula e o nome da cetona que completa corretamente a equação:

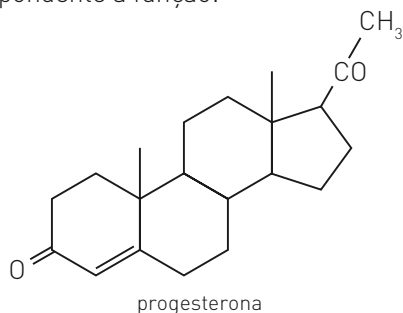


6. Copie e complete a equação e indique o nome do produto orgânico obtido.



Desenvolvendo seus conhecimentos

1. (Unirio-RJ) Uma recente pesquisa da Universidade da Califórnia publicada no *Journal of the American Medical Association* relacionou a terapia de reposição hormonal pós-menopausa ao aumento do risco de desenvolvimento de câncer de mama, pois os hormônios alteram as características dos tumores e atrasam, assim, o diagnóstico da doença. Há dois tipos distintos de hormônios sexuais femininos, sendo um deles a progesterona, cuja estrutura apresenta um grupo funcional correspondente à função:



- a) ácido carboxílico. d) éster.
 x b) cetona. e) álcool.
 c) aldeído.
2. (UFPR) Sobre os compostos de carbono e suas classificações, assinale a alternativa *incorreta*.
- a) O benzeno possui cadeia aromática.
 b) O ciclobutano possui cadeia alicíclica.
 x c) A propanona possui cadeia heterogênea.
 d) O butano possui cadeia aberta.
 e) O metilpentano possui cadeia ramificada.
3. (Uergs-RS) A fórmula química $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ representa dois compostos diferentes: a propanona e o propanal. As cadeias carbônicas dessas substâncias são
- x a) abertas, normais e saturadas.
 b) abertas, ramificadas e saturadas.
 c) abertas, normais e insaturadas.
 d) fechadas, ramificadas e insaturadas.
 e) fechadas, saturadas e aromáticas.

4. (Unijuí-RS) Um aldeído, que é importante na preparação do formol usado como conservador de peças anatômicas, e uma cetona, usada principalmente como solvente de esmaltes, podem ser, respectivamente:

- a) etanal e propanona.
 x b) metanal e propanona.
 c) metanal e butanona.
 d) etanal e butanona.
 e) propanal e propanona.

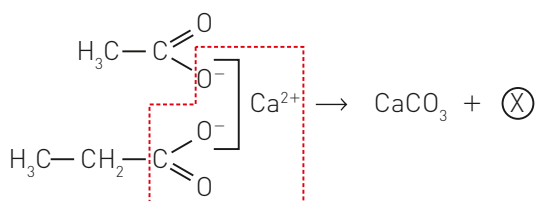
5. (Vunesp-SP) Por motivos históricos, alguns compostos orgânicos podem ter diferentes denominações aceitas como corretas. Alguns exemplos são o álcool etílico ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$), a acetona ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$) e o formaldeído (CH_2O). Esses compostos podem também ser denominados, respectivamente, como

- a) hidroxietano, oxipropano e oximetano.
 b) etanol, propanal e metanal.
 x c) etanol, propanona e metanal.
 d) etanol, propanona e metanona.
 e) etanal, propanal e metanona.

6. (Vunesp-SP) Qual das moléculas apresentadas possui fórmula mínima diferente das demais?

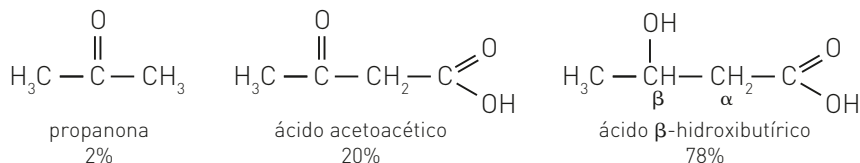
- x a) 2-butanol.
 b) 2-buten-1-ol.
 c) 3-buten-1-ol.
 d) Butanal.
 e) Butanona.

7. Escreva em seu caderno a fórmula estrutural e o nome da cetona que completa a equação.



Cetose

A degradação incompleta de gorduras em nosso organismo produz três compostos denominados **corpos cetônicos**.



Normalmente, esses compostos são encontrados no sangue nas porcentagens indicadas. Quando suas concentrações se tornam altas (cetonemia), eles aparecem na urina (cetonúria).

É também provável que, nessas condições, a respiração apresente um hálito cetônico. Em Medicina, o termo **cetose** é utilizado para indicar a combinação desses fatores.



Letra Studio/ Arquivo da editora

Na gravidez, em situações de jejum prolongado ou em dietas ricas em gorduras, esses compostos também aparecem na urina. Porém, a mais importante causa clínica da cetose é a diabetes melito.

Por meio de testes com reagentes específicos, como o nitroferriicianeto de sódio $[\text{Na}_2\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$, pode-se verificar sua presença na urina. O teste é feito adicionando-se uma gota da solução aquosa desse reagente a uma amostra de urina. A presença dos corpos cetônicos é indicada por uma mudança de cor. Dependendo de sua concentração, a cor varia do violeta ao púrpura.

Reflita

1. Quais os nomes das funções presentes na propanona, no ácido acetoacético e no ácido β-hidroxibutírico?
2. O que significam as letras α e β escritas no composto de maior porcentagem?
3. A transformação do ácido acetoacético em ácido β-hidroxibutírico é uma reação de oxirredução? Justifique.
4. A urina de uma pessoa com cetonúria é mais concentrada ou mais diluída do que a urina de um indivíduo sem a doença?



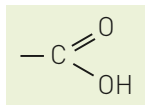
Album/Peter Connolly/Alg-Images/LatinStock

// As legiões romanas, que conquistaram grande parte do mundo conhecido na época (século III a.C.), eram obrigadas a cobrir longas distâncias, marchando no menor tempo possível. Um dos componentes do equipamento básico dos soldados era um frasco contendo vinho azedo diluído, que era ingerido em pequenos goles durante a marcha. Essa mistura contém um ácido carboxílico (etanoico) que estimula a salivação, diminuindo a sensação de sede. Aquarela de legionários romanos, de Peter Connolly, século XX.

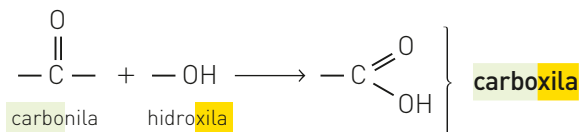
Ácidos carboxílicos

Características e nomenclatura

Os ácidos carboxílicos são compostos caracterizados pela presença do grupo carboxila:



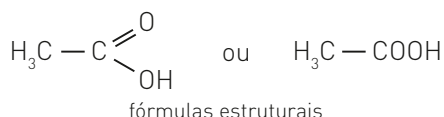
Esse grupo é o resultado da união dos grupos carbonila e hidroxila:



e está sempre localizado na extremidade da cadeia.

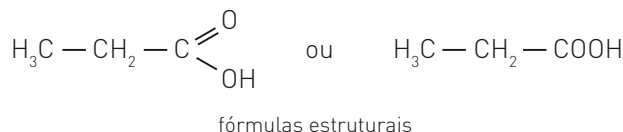
De acordo com a IUPAC, sua nomenclatura inicia-se com a palavra **ácido** e recebe o sufixo **-oico**.

Veja o exemplo:



Prefixo: nº de carbonos = 2 $\Rightarrow$ **et**
Intermediário: tipo de ligação = simples $\Rightarrow$ **an**
Sufixo: função = ácido carboxílico $\Rightarrow$ **oico**

ácido etanoico

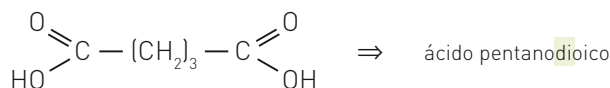


Prefixo: nº de carbonos = 3 $\Rightarrow$ **prop**
Intermediário: tipo de ligação = simples $\Rightarrow$ **an**
Sufixo: função = ácido carboxílico $\Rightarrow$ **oico**

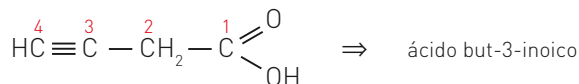
ácido propanoico

A nomenclatura dessa função segue as mesmas regras dos aldeídos. Então, se no composto existirem insaturações e/ou ramificações, elas devem ser indicadas no nome, iniciando-se a numeração dos carbonos pela extremidade em que se localiza a carboxila. Veja os exemplos:

- com mais de um grupo carboxila:



- com insaturações:



Principais ácidos carboxílicos

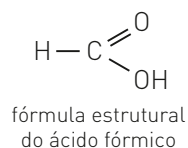
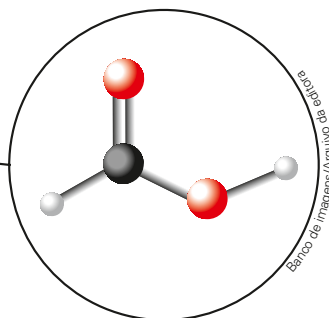
Ácido metanoico (ácido fórmico)

O ácido metanoico é um líquido incolor de cheiro irritante e bastante corrosivo, conhecido também por **ácido fórmico**. Historicamente, foi obtido a partir da maceração de formigas e posterior destilação.

Algumas formigas contêm grandes quantidades desse ácido, que, quando injetado por meio da mordida, produz uma reação alérgica no tecido humano, caracterizada pela formação de edema e coceira intensa.

Hoje, o ácido metanoico é sintetizado em laboratório e uma de suas principais aplicações é como fixador de pigmentos e corantes em tecidos de algodão, lã e linho.

Thinkstock/Getty Images



// O ácido fórmico foi isolado pela primeira vez por meio da destilação do líquido obtido pela maceração de formigas.

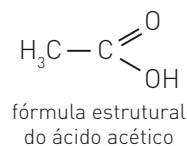
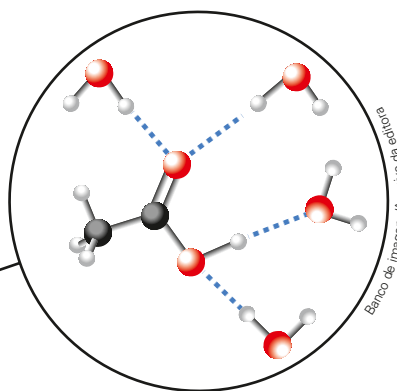
Ácido etanoico (ácido acético)

Também conhecido por **ácido acético**, é um líquido incolor a temperatura ambiente, com cheiro irritante e sabor azedo, tendo sido isolado, pela primeira vez, a partir do vinho azedo (vinagre) – (do latim *acetum* = vinagre).

O principal componente do vinho é o etanol, que, em contato com o oxigênio do ar, se oxida e dá origem ao ácido acético. A oxidação do etanol é o método industrial mais comumente utilizado para a produção desse ácido. O vinagre, usado como tempero na alimentação, é uma solução aquosa que contém de 6% a 10% em massa de ácido acético.

O ácido acético é, também, uma importante matéria-prima para a produção de polímeros e essências artificiais.

Steven Booth/Alamy/Glow Images



// A ilustração representa as ligações de hidrogênio entre moléculas do ácido acético e água, que justificam a solubilidade desse ácido em água.

Odor dos ácidos carboxílicos

Os ácidos monocarboxílicos de até 12 carbonos apresentam um odor desagradável para o ser humano.

As pessoas, por apresentarem pequenas variações em seu metabolismo, secretam diferentes ácidos carboxílicos, de baixa massa molar, o que acarreta cheiros diferentes.

Por esse motivo, os cães, que apresentam o sentido do olfato muito desenvolvido, são capazes de identificar diferentes pessoas pelo seu cheiro.



Na epopeia grega *Odisseia*, cuja autoria é atribuída ao poeta grego Homero (cerca de IX a.C.), o herói Ulisses, no seu retorno da guerra de Troia, foi reconhecido inicialmente só por seu cachorro. Na fotografia, mosaico romano do século III d.C., representando a volta de Ulisses para casa.

Fundamentando seus conhecimentos

1. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais planas dos ácidos carboxílicos:

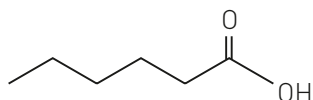
I. ácido pentanoico;

II. ácido 2-etilbutanoico;

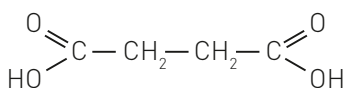
III. ácido etanodioico (oxálico).

2. Dê o nome dos ácidos carboxílicos:

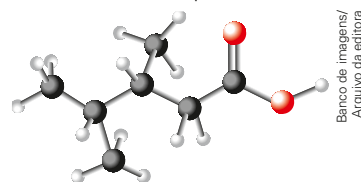
I.



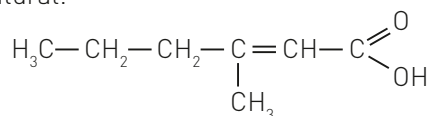
II.



3. Escreva em seu caderno a fórmula estrutural plana e dê o nome do ácido representado abaixo:



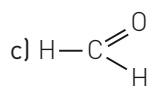
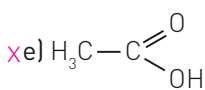
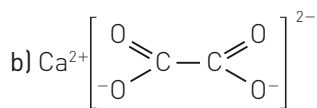
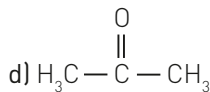
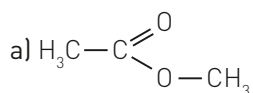
4. Uma das substâncias responsáveis pelo mau cheiro presente no suor tem a seguinte fórmula estrutural:



Dê o nome dessa substância.

Desenvolvendo seus conhecimentos

1. (UPM-SP) Na solução contida em um frasco com pickles, entre outras substâncias, encontra-se o ácido acético, cuja fórmula estrutural plana é:



2. (UFRRJ) O corpo humano excreta moléculas de odor peculiar. Algumas são produzidas por glândulas localizadas nas axilas. A substância em questão é o ácido 3-metil-2-hexenoico.

A cadeia carbônica dessa substância é classificada como:

a) acíclica, normal, saturada, homogênea.

x b) acíclica, ramificada, insaturada, homogênea.

c) acíclica, ramificada, saturada, heterogênea.

d) alifática, normal, saturada, heterogênea.

e) alicíclica, ramificada, saturada, homogênea.

3. (Unijuí-RS) Dadas as características de três compostos orgânicos:

I. é hidrocarboneto saturado;

II. é álcool primário;

III. é ácido monocarboxílico alifático.

Eles podem ser, respectivamente:

a) buteno-2, butanol-1, ácido benzoico.

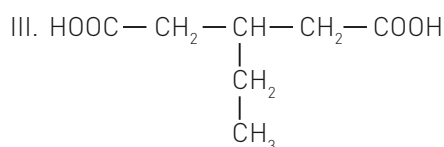
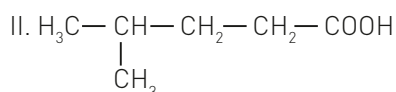
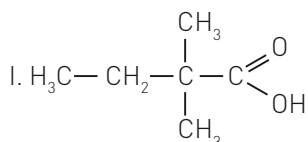
b) butano, propanol-2, ácido etanodioico.

c) buteno-2, propanol-1, ácido benzoico.

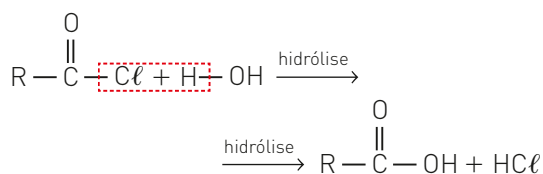
x d) butano, propanol-1, ácido etanoico.

e) butino-1, propanol-2, ácido etanoico.

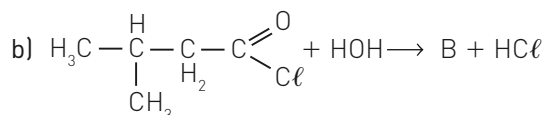
4. Dê o nome dos ácidos carboxílicos.



5. Considere a reação genérica



e complete as reações abaixo, indicando o nome do produto orgânico obtido.



Texto para a próxima questão:

Recentemente as denúncias das Operações da Polícia Federal contra as fraudes em frigoríficos reacenderam os debates sobre o uso de aditivos alimentares e segurança alimentar. Dentre os diversos grupos de aditivos alimentares, estão os acidulantes, definidos pela ANVISA como “substância que aumenta a acidez ou confere um sabor

ácido aos alimentos” (ANVISA, Portaria 540/1997). São exemplos de acidulantes o ácido fosfórico, o ácido cítrico e o ácido acético.

6. (Ifsul-RS) O ácido acético, fórmula estrutural $\text{H}_3\text{C}-\text{COOH}$, oficialmente é chamado de ácido

a) acetoico.

x b) etanoico.

c) metanoico.

d) propanoico.

7. (Ifsul-RS) Uma substância orgânica que apresenta fórmula molecular $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ deve ser classificada como

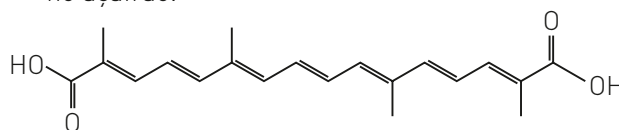
a) éter.

x b) ácido.

c) álcool.

d) aldeído.

8. (PUC-RJ) A seguir está representada a estrutura da crocetina, uma substância natural encontrada no açafrão.



Nessa estrutura, está presente a seguinte função orgânica:

a) álcool.

b) cetona.

c) aldeído.

d) éter.

x e) ácido carboxílico.

9. (Uema) A bactéria anaeróbia *Clostridium botulinum* é um habitante natural do solo que se introduz nos alimentos enlatados mal preparados e provoca o botulismo. Ela é absorvida no aparelho digestivo e, cerca de 24 horas após a ingestão do alimento contaminado, começa a agir sobre o sistema nervoso periférico causando vômitos, constipação intestinal, paralisia ocular e afonia. Uma medida preventiva contra esse tipo de intoxicação é não consumir conservas alimentícias que apresentem a lata estufada e odor de ranço, devido à formação da substância $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$.

O composto químico identificado, no texto, é classificado como

a) cetona.

d) éster.

b) aldeído.

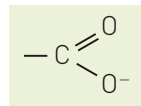
e) éter.

x c) ácido carboxílico.

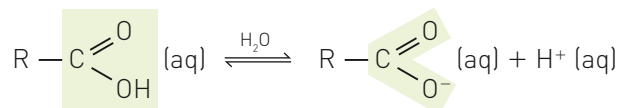
Derivados diretos de ácidos carboxílicos

Sais

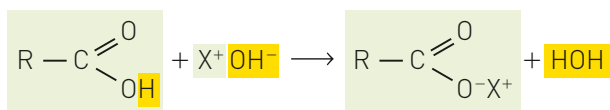
Os sais de ácidos carboxílicos caracterizam-se pela presença do ânion **carboxilato**:



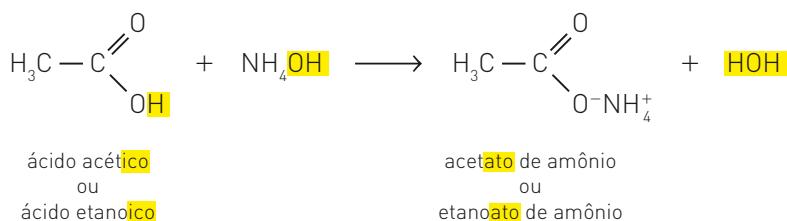
Esse ânion é derivado de um ácido carboxílico, por exemplo, em solução aquosa:



Nos sais de ácidos carboxílicos, que podem ser obtidos nas suas reações com uma base, esse ânion aparece unido a um cátion de um metal ou amônio (NH_4^+).



A nomenclatura desses sais segue as mesmas regras utilizadas na Química Inorgânica, ou seja, como os nomes dos ácidos carboxílicos terminam em **-ico**, seus ânions terão o nome terminado em **-ato**. Veja o exemplo:



Os sais assim obtidos são compostos iônicos; portanto, apresentam todas as características dos compostos iônicos.

Escurecendo os cabelos

Há produtos comerciais utilizados para devolver gradualmente a cor aos cabelos grisalhos que consistem em uma solução incolor de acetato de chumbo $[\text{Pb}(\text{H}_3\text{CCOO})_2]$. Quando essa solução é aplicada aos cabelos, o íon chumbo (Pb^{2+}) reage com o enxofre presente nas proteínas do cabelo, formando PbS , de cor preta. Repetidas aplicações originam mais sulfeto de chumbo (PbS), escurecendo os cabelos.

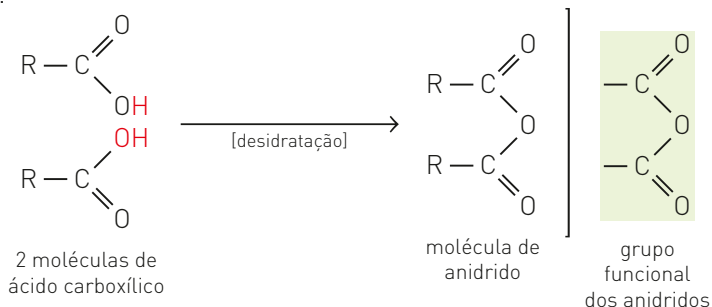
É importante lembrar que o acúmulo de chumbo no organismo pode ser prejudicial, podendo provocar uma doença chamada saturnismo. Esse nome deve-se ao fato de o metal chumbo estar associado ao planeta Saturno na época da alquimia. O uso de acetato de chumbo em produtos de higiene pessoal em porcentagens maiores que 0,6% foi proibido pela Anvisa em 1/2/2006, pois oferecem riscos à saúde.



Thinkstock/Getty Images

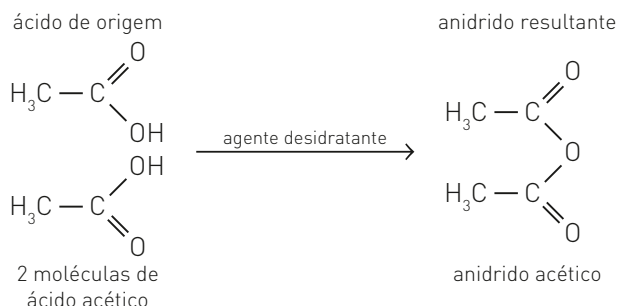
Anidridos

Os principais anidridos de ácidos carboxílicos são obtidos por meio de uma desidratação intermolecular desses ácidos. Veja como, genericamente, isso ocorre:



Thinkstock/Getty Images

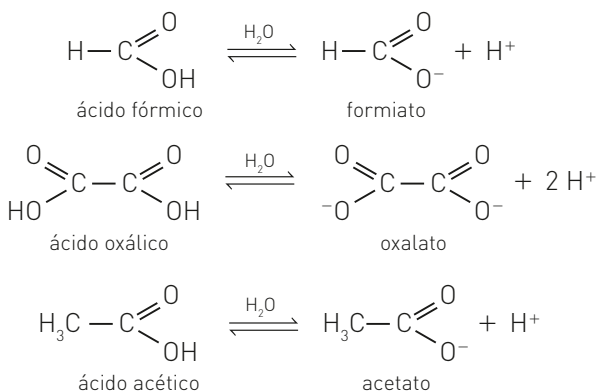
Esses compostos apresentam o mesmo nome que o ácido de origem. Assim, temos, por exemplo:



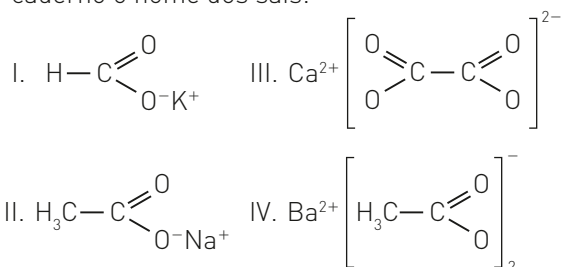
O anidrido acético é um reagente utilizado na produção da aspirina. Sua reação com a celulose do algodão ou da polpa da madeira origina o *rayon*, utilizado na produção de tecidos, filmes fotográficos e celofane.

Fundamentando seus conhecimentos

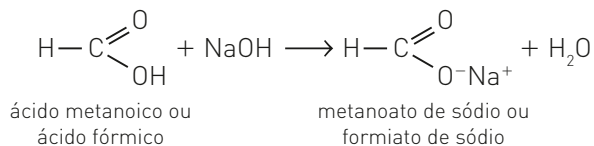
1. A seguir, estão representadas as ionizações de alguns ácidos carboxílicos.



Baseando-se nas informações, escreva em seu caderno o nome dos sais:

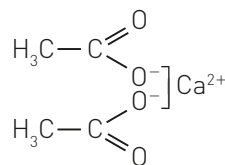


2. Considere a reação de neutralização total do ácido fórmico representada abaixo.



Equacione a neutralização total do ácido acético com hidróxido de sódio e dê o nome do sal formado.

3. Um sal de ácido carboxílico apresenta a fórmula abaixo:



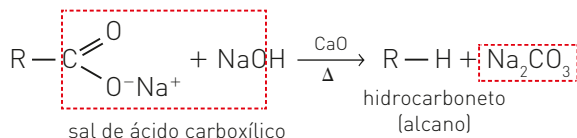
Escreva em seu caderno a equação da reação de obtenção desse sal e dê o nome dos reagentes.

4. Escreva em seu caderno a fórmula estrutural dos seguintes anidridos:

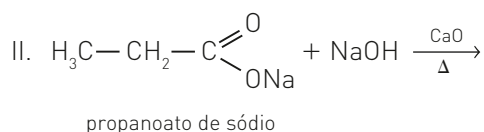
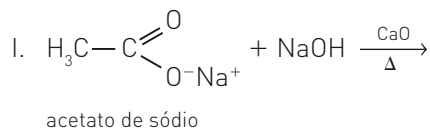
- a) butanoico. b) benzoico.

Desenvolvendo seus conhecimentos

1. O método de Dumas consiste na decomposição por aquecimento de sais de sódio de ácidos carboxílicos na presença de cal iodada (mistura de CaO e NaOH) a seco, originando alcanos. Esse processo pode ser representado, genericamente, por:



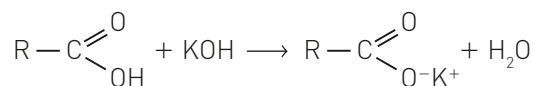
Com base nessa informação, equacione as reações a seguir e indique o nome do produto orgânico formado:



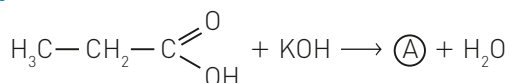
Com base na informação a seguir, complete as equações **2 a 5**.

A reação entre ácido e base produz sal e água. Um ácido carboxílico pode ser neutralizado totalmente por uma base.

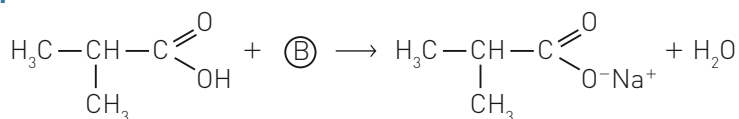
Genericamente, temos:



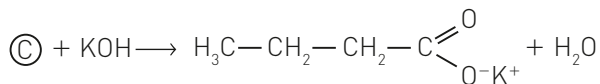
2.



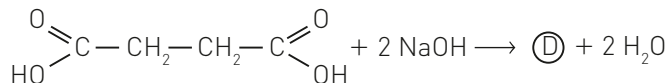
3.



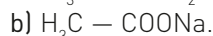
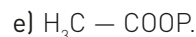
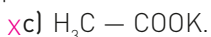
4.



5.



6. (PUC-PR) A fórmula do acetato de potássio é:

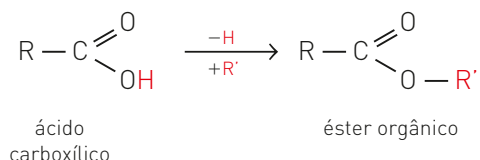


7. O ácido acético pode sofrer desidratação intermolecular produzindo anidrido acético. Escreva em seu caderno a equação mencionada.

Ésteres orgânicos

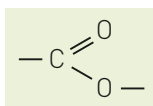
Características e nomenclatura

Pode-se considerar, de maneira simplificada, que os **ésteres orgânicos** são compostos obtidos a partir de um ácido carboxílico, no qual ocorre a substituição do hidrogênio do grupo —OH por um grupo orgânico:

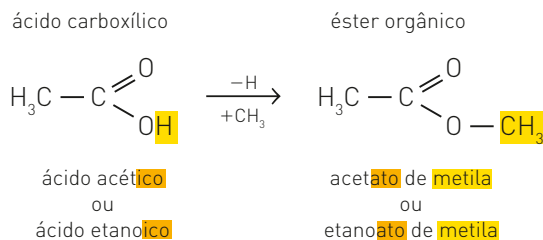


em que **R** e **R'** não são grupos necessariamente iguais.

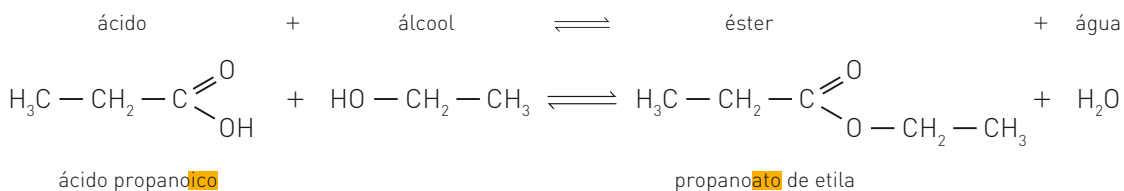
Os ésteres orgânicos são, portanto, caracterizados pela presença do grupo funcional:



Sua nomenclatura oficial pode ser obtida substituindo a terminação **-ico** do nome do ácido de origem por **-ato** e acrescentando o nome do grupo que substituiu o hidrogênio. Veja um exemplo:



Um éster orgânico pode ser produzido pela reação entre um ácido e um álcool. Essa reação pode ser representada pela equação a seguir:



SAIBA MAIS

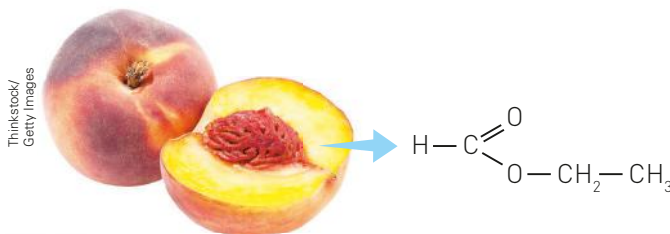
O óleo de Lorenzo. Estados Unidos, 1992. Direção: George Miller.

História verídica sobre um menino, Lorenzo, portador de rara doença, incurável e progressiva, a adrenoleucodistrofia, sem possibilidade de cura na ocasião (anos 1980). Com muita persistência, seus pais descobrem sozinhos que uma mistura de dois ácidos graxos insaturados, oleico e erúcico, consegue estabilizar a doença.

Aromas de perfumes e flores

Muitos dos aromas de perfumes e flores e dos sabores das frutas são devidos aos ésteres.

Os ésteres de baixa massa molar são solúveis em água e voláteis, por isso podemos sentir seu cheiro e seu sabor.



// O aroma característico dos pêssegos deve-se ao formiato de etila, e o acetato de etila é o responsável pelo sabor e pelo aroma de hortelã.

Os flavorizantes são substâncias que apresentam sabor e aroma característicos, geralmente agradáveis. Devido a isso, são utilizados em vários produtos alimentícios, como balas, gomas de mascar, sorvetes, bombons, gelatinas, iogurtes, bolos, entre outros.

Muitos dos flavorizantes pertencem à função éster orgânico e são adicionados aos alimentos para reforçar ou atribuir os sabores e os aromas desejados, muitas vezes de frutas. Como esses sabores e os aromas mais delicados devem-se a misturas muito complexas e difíceis de serem extraídas das frutas, usam-se flavorizantes artificiais, mais baratos, constituídos por uma única substância ou por uma mistura de poucas substâncias.

// O aroma artificial de morango é um dos mais difíceis de serem obtidos e é formado por cerca de 100 substâncias diferentes, entre elas vários ésteres.

Reflita

1. Quais os sentidos que permitem perceber a existência de flavorizantes em determinados produtos?
2. Tanto o vinagre como o álcool comum têm aromas característicos. Na reação entre os principais componentes do vinagre e do álcool comum, obtém-se um composto orgânico. Equacione a reação e indique o aroma do produto orgânico obtido.
3. Em qual dos procedimentos não ocorre liberação de flavorizantes?
 - a) Cortar cebola.
 - b) Fazer café coado.
 - c) Cozinhar um ovo.
 - d) Cozinhar repolho.
 - e) Descascar uma laranja.

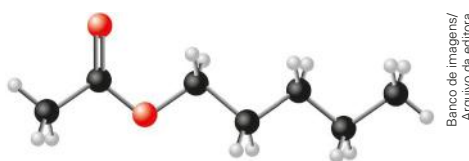
Fundamentando seus conhecimentos

1. A maioria dos ésteres de pequena massa molar é constituída de líquidos de cheiro agradável. As essências das frutas e das flores são geralmente consequência da presença de ésteres voláteis, embora outros compostos orgânicos também possam participar. Alguns ésteres comuns, de odores característicos, são fornecidos abaixo.

Essência	Éster presente
rum	formiato de etila
maçã verde	acetato de etila
abacaxi	butanoato de etila

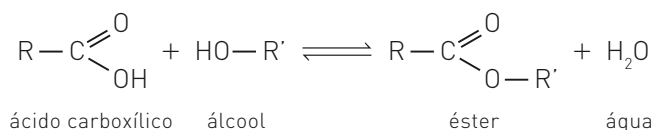
Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais desses ésteres orgânicos.

2. A ilustração representa um éster responsável pelo cheiro das bananas.



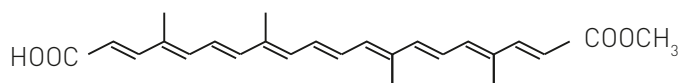
Escreva em seu caderno a sua fórmula estrutural plana e o seu nome.

3. Os ésteres podem ser obtidos por meio da reação entre ácidos e álcoois. Genericamente, temos:



Com base nessa informação, equacione as reações a seguir e indique o nome dos ésteres formados.

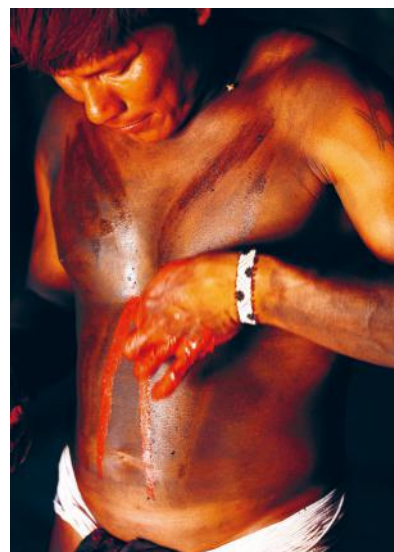
- ácido acético e metanol.
 - ácido butanoico e propan-1-ol.
 - ácido benzoico e propan-2-ol.
4. O urucum é uma planta da América tropical. Seu nome vem do tupi *uruku*, que significa vermelho. Da polpa do seu fruto obtém-se um corante vermelho: bixina. Esse corante, lipossolúvel, é muito usado na indústria de alimentos e na de cosméticos. Sua fórmula estrutural pode ser representada por:



A respeito da estrutura apresentada:

- Quais funções estão presentes?
- Qual a sua fórmula molecular?
- Indique o número de carbonos terciários.
- Indique o nome dos grupos orgânicos substituintes.
- Indique um produto da indústria de cosméticos que contenha urucum e outro da indústria de alimentos.

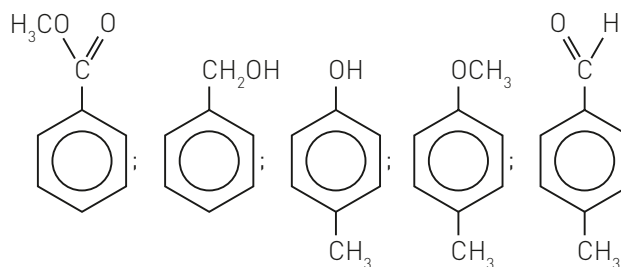
Alguns indígenas utilizam pigmentos obtidos do urucum para fazer pinturas corporais.



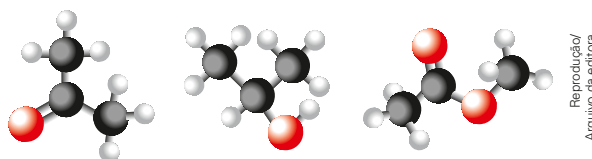
Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo

Desenvolvendo seus conhecimentos

1. (UFMA) Marque a opção que associa corretamente as substâncias a seguir com suas respectivas funções químicas:



- a) cetona; fenol; álcool; éter; éster.
xb) éster; álcool; fenol; éter; aldeído.
 c) éster; fenol; álcool; éter; cetona.
 d) cetona; álcool; fenol; éter; aldeído.
 e) éster; álcool; fenol; aldeído; éter.
2. (Fuvest-SP) As figuras abaixo representam moléculas constituídas de carbono, hidrogênio e oxigênio.

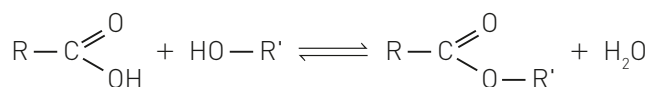


Elas são, respectivamente,

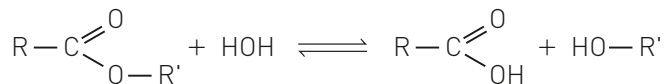
- a) etanoato de metila, propanona e 2-propanol.
 b) 2-propanol, propanona e etanoato de metila.
 c) 2-propanol, etanoato de metila e propanona.
 d) propanona, etanoato de metila e 2-propanol.
xe) propanona, 2-propanol e etanoato de metila.
3. (Ufla-MG) O butirato de etila, largamente utilizado na indústria, é a molécula que confere sabor de abacaxi a balas, pudins, gelatinas, bolos e outros. Esse composto é classificado como
- a) álcool. c) aldeído. e) cetona.
xb) éster. d) ácido.
4. (PUC-RS) Flavorizantes artificiais procuram imitar o sabor e o aroma de alimentos produzidos artificialmente. Dentre esses compostos sintéticos, destacam-se os ésteres. Um exemplo de éster que pode ser usado como aditivo alimentar é:
- a) CH_3COOH
 b) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_2\text{CH}_3$
 c) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
xd) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$
 e) $\text{C}_6\text{H}_5\text{OCH}_3$
5. (UFJF-MG) O acetato de etila (etanoato de etila) tem odor de maçã, enquanto o odor do butanoato de butila é semelhante ao do morango. Com relação a estas substâncias flavorizantes, assinale a alternativa *incorreta*:
- a) Ambas são ésteres.
 b) O butanoato de butila possui a fórmula molecular $\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}_2$.
xc) O acetato de etila possui três átomos de carbono terciário.
 d) O butanoato de butila não possui nenhum átomo de carbono quaternário.
 e) O acetato de etila possui a fórmula estrutural: $\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_2\text{CH}_3$

6. Considere as reações representadas pelas equações genéricas.

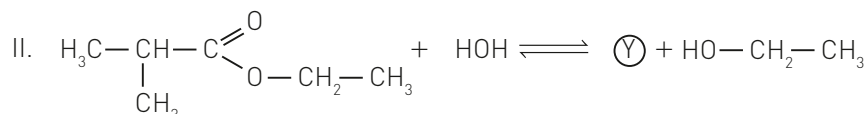
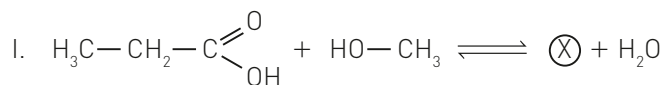
- Esterificação



- Hidrólise



Complete as equações e dê o nome dos compostos orgânicos.



Texto para a próxima questão:

Experiência – Escrever uma mensagem secreta no laboratório

Materiais e reagentes necessários

Folha de papel

Pincel fino

Difusor

Solução de fenolftaleína

Solução de hidróxido de sódio 0,1 mol/L ou solução saturada de hidróxido de cálcio

Procedimento experimental

Utilizando uma solução incolor de fenolftaleína, escreva com um pincel fino uma mensagem numa folha de papel.

A mensagem permanecerá invisível.

Para revelar essa mensagem, borrife a folha de papel com uma solução de hidróxido de sódio ou de cálcio, com o auxílio de um difusor.

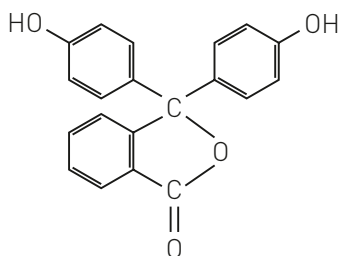
A mensagem aparecerá magicamente com a cor vermelha.

Explicação

A fenolftaleína é um indicador que fica vermelho na presença de soluções básicas, nesse caso, uma solução de hidróxido de sódio ou de cálcio.

<<http://tinyurl.com/o2vav8v>> Acesso em: 31.08.15. Adaptado.

7. (Fatec-SP) Observe a estrutura da fenolftaleína.



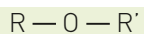
Além da função fenol, identificamos o grupo funcional pertencente à função

- | | | |
|-----------------------|--------------------|----------|
| a) ácido carboxílico. | c) álcool. | e) éter. |
| b) aldeído. | X d) éster. | |

Éteres

Características e nomenclatura

Os **éteres** são compostos caracterizados pela presença de um átomo de oxigênio (O) ligado a dois grupos orgânicos. Seu grupo funcional, então, pode ser representado da seguinte maneira:



em que **R** e **R'** não são grupos necessariamente iguais.

Segundo a IUPAC, há duas maneiras de dar nome aos éteres:

- **1ª maneira**

*prefixo que indica número de carbonos do menor grupo + **oxi** + nome do hidrocarboneto do grupo maior*

- **2ª maneira**

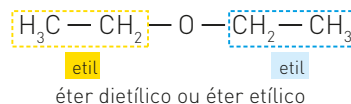
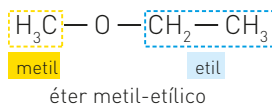
éter 1ª grupo orgânico + **ico** e 2ª grupo orgânico + **ico**

Os grupos devem ser escritos em ordem alfabética.

Veja alguns exemplos:

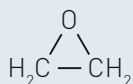
Nomenclaturas		
1ª maneira	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \text{met} \quad \text{oxi} \quad \text{etano} \\ \hline \text{metoxietano} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \text{et} \quad \quad \quad \text{oxi} \quad \text{etano} \\ \hline \text{etoxietano} \end{array}$
2ª maneira	éter etílico e metílico	éter dietílico

Existem outras nomenclaturas para éteres, além daquela estabelecida pela IUPAC. Uma delas, muito comum em vestibulares, é a seguinte:



Quando os dois grupos orgânicos forem iguais, o prefixo **di-** pode ser dispensado.

Um éter cíclico



Esse é o éter cíclico de menor massa molar, o óxido de etileno ou epoxietano.

Essa substância, um gás a temperatura ambiente (a 1 atm a sua temperatura de ebulição é de $\approx 11^\circ\text{C}$), é tóxica. Apesar disso, é produzida em grande quantidade por ser usada como esterilizante, principalmente em equipamentos médico-hospitalares, o que permite a reutilização de equipamentos cirúrgicos.

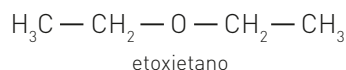
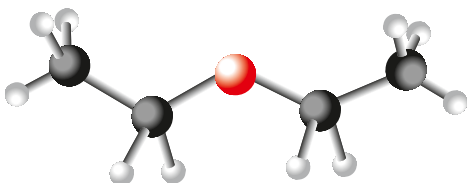


// A substância responsável pela facilidade da aplicação do batom é derivada do epoxietano.

O principal éter

O **etoxietano** é o principal éter e o mais comum. Trata-se do éter que compramos em farmácia, conhecido por vários nomes: **éter dietílico**, **éter etílico**, **éter sulfúrico** ou simplesmente **éter**.

Banco de imagens/
Arquivo da editora



Ele foi obtido, pela primeira vez, por Valerius Cordus, no século XVI, ao submeter o álcool etílico (*spiritus vini oethereus*) à ação do ácido sulfúrico (*oleum dulce vitrioli*).

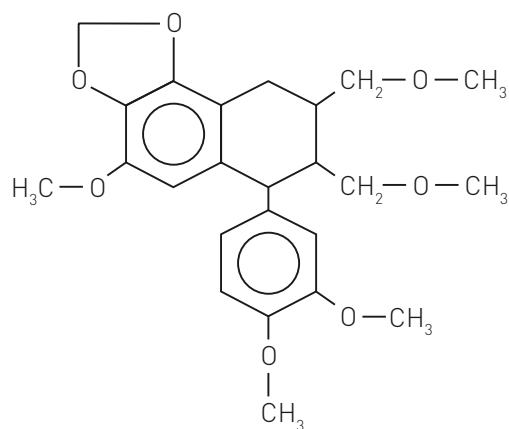
O éter etílico é um líquido incolor bastante inflamável e extremamente volátil: sua temperatura de ebulição é 34,6 °C. Seus vapores são mais densos do que o ar e se acumulam na superfície do solo, formando, com o oxigênio, uma mistura explosiva. É uma substância bastante utilizada como anestésico, pois relaxa os músculos, afetando ligeiramente a pressão arterial, a pulsação e a respiração. As maiores desvantagens são causar irritação no trato respiratório e a possibilidade de provocar incêndios nas salas de cirurgia.

Da mesma forma que a acetona, a comercialização desse éter em grandes quantidades também é controlada pela Polícia Federal, pois ele é um dos componentes usados na produção da cocaína.

Fundamentando seus conhecimentos

O principal componente do chá de quebra-pedra, planta mostrada na fotografia, que apresenta ação diurética, é a hipofilantina, cuja fórmula está representada abaixo.

Fabrizio Colombini/Arquivo da fotografia

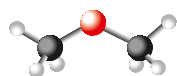


A seu respeito, responda às questões 1 e 2.

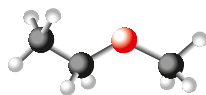
1. Escreva em seu caderno sua fórmula molecular.
2. Indique o número de grupos funcionais éter presentes na estrutura.
3. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais planas dos éteres:
 - I. Metoxipropano.
 - II. Etoxibutano.
 - III. Propoxipropano.
 - IV. Éter etílico e propílico.

V. Éter butílico e metílico.

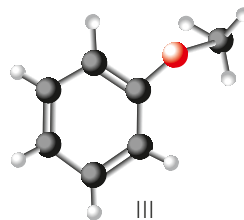
4. Escreva em seu caderno a fórmula estrutural plana e dê o nome destes éteres:



I



II



Banco de imagens/
Arquivo da editora

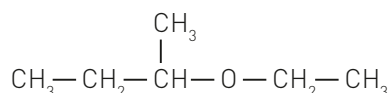
5. Construa duas fórmulas estruturais de éteres com cadeia reta e saturada que apresentem fórmula molecular $C_4H_{10}O$. Dê seus nomes oficiais.

Desenvolvendo seus conhecimentos

1. (FEI-SP) Substituindo-se os hidrogênios da molécula da água por 1 grupo fenil e 1 grupo metil, obtém-se:

- a) cetona. c) éster. e) ácido carboxílico.
b) aldeído. **x**d) éter.

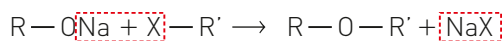
2. (Uepa) O composto



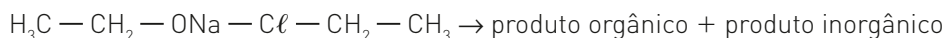
possui:

- a) 3 carbonos primários, 2 secundários e 1 terciário.
b) 1 hidrogênio ligado ao carbono terciário.
c) cadeia acíclica, ramificada, saturada e homogênea.
xd) cadeia alifática, ramificada, saturada e heterogênea.
e) o grupo funcional ($-\text{O}-$), que caracteriza um álcool.

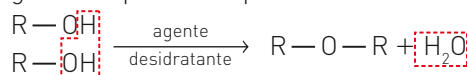
3. Considere a reação genérica a seguir, denominada síntese de Williamson:



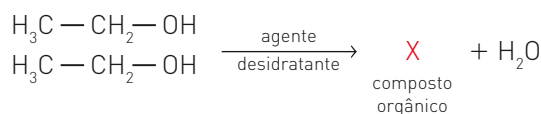
Com base nessa reação-modelo, indique o nome do produto orgânico da equação a seguir:



Considere a reação genérica a seguir e responda às questões 4 e 5.

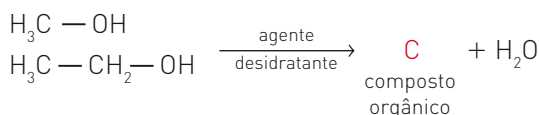
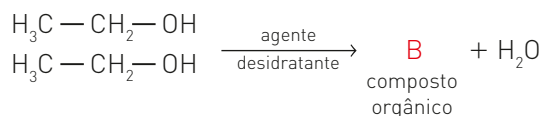
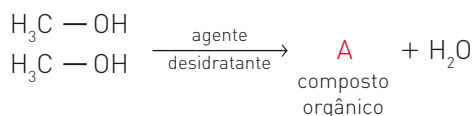


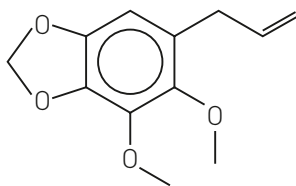
4. Complete a equação e dê o nome do composto orgânico, produto da reação:



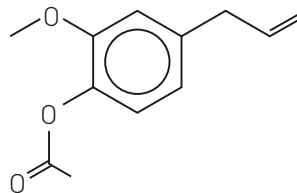
5. Em um frasco foram colocados 1 mol de metanol e 1 mol de etanol, provocando, assim, a desidratação intermolecular e originando vários éteres.

As equações devem ser completadas e os nomes dos éteres, fornecidos.





I



II

Nas estruturas de ambas as substâncias I e II, está presente a função orgânica:

- a) álcool. b) aldeído. c) cetona. d) éster. **x e) éter.**

Desafiando seus conhecimentos

Álcoois

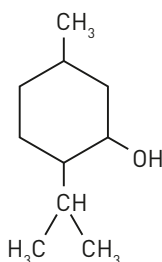
1. (Fatec-SP) Com relação ao etanol e ao metanol são feitas as afirmações:

- I. Ambos os álcoois podem ser utilizados como combustível para automóveis.
- II. Além da utilização em bebidas, o metanol pode ser utilizado como solvente em perfumes, loções, desodorantes e medicamentos.
- III. Atualmente o metanol é produzido do carvão mineral por meio de transformações químicas feitas na indústria.
- IV. O metanol é um combustível relativamente "limpo". Sua combustão completa tem alto rendimento, produzindo CO_2 e H_2O .
- V. Ambos os álcoois podem ser produzidos a partir da cana-de-açúcar.

Escolha a alternativa que apresenta somente afirmação(ões) verdadeira(s).

- a) I. **x d) I, III e IV.**
 b) II e III. e) I, II, III e IV.
 c) II e IV.

2. (UERGS-RS) O mentol, essência obtida da hortelã, cuja fórmula estrutural se encontra descrita ao lado, é utilizado como flavorizante de balas e chicletes. A fórmula molecular e a função química a que essa substância pertence são, respectivamente,



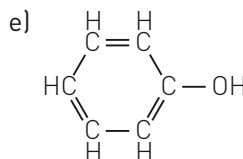
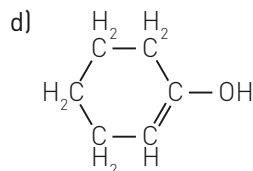
- a) $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{O}$ e álcool.
 b) $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{O}$ e fenol.
x c) $\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}$ e álcool.
 d) $\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}$ e fenol.

3. (UPM-SP) O mentol, usado na fabricação de balas e chicletes para propiciar uma sensação refrescante, afeta os sensores responsáveis pela sensação de frio, tornando-os ativos a uma temperatura acima do normal. A fórmula estrutural do mentol é mostrada ao lado e nela é possível identificar:

- a) um radical fenil.
x b) os radicais metil e isopropil.
 c) uma substância orgânica da função fenol.
 d) um álcool aromático.
 e) uma substância de fórmula mínima CHO .

4. (PUC-RS) A fórmula estrutural que representa corretamente um álcool com cadeia carbônica alifática e insaturada é:

- a) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$
 b) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{OH}$
x c) $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$



5. (Fuvest-SP)

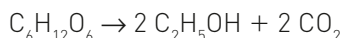
Combustíveis de automóvel	
Combustível 1	álcool hidratado
Combustível 2	78% de gasolina + 22% de álcool (em volume)

Um automóvel com o tanque furado foi deixado em uma concessionária para troca do tanque e abastecimento. O proprietário, ao retirar o veículo, ficou em dúvida quanto ao combustível (1 ou 2) colocado no tanque. Ao cheirar o combustível, continuou na mesma!

- Com uma amostra do combustível do tanque, proponha uma maneira de resolver a dúvida.
- Indique, por meio de fórmulas químicas, dois componentes de um combustível de automóvel.

6. (Fuvest-SP) O álcool (C_2H_5OH) é produzido nas usinas pela fermentação do melão de cana-de-açúcar, que é uma solução aquosa de sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$). Nos tanques de fermentação, observa-se uma intensa fervura aparente do caldo.
- Explique por que ocorre essa "fervura fria".
 - Escreva a equação da reação envolvida.

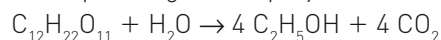
7. (Vunesp-SP) Uma indústria de refrigerantes consome 880 kg de gás carbônico por ano. Se esse gás fosse produzido por fermentação de glicose ($C_6H_{12}O_6$) numa cervejaria, seria necessária uma massa mínima do açúcar (de massas atômicas: C = 12, H = 1 e O = 16) de:



- 600 kg.
 - 1800 kg.
 - 880 kg.
 - 264 kg.
 - outro valor, diferente dos anteriores.
8. (Fuvest-SP) A dosagem de etanol no sangue de um indivíduo mostrou o valor de 0,080 por 100 mL de sangue. Supondo que o volume total de sangue desse indivíduo seja 6,0 L e admitindo que 12% do álcool ingerido se encontra no seu sangue, quantas doses de bebida alcoólica ele deve ter tomado?

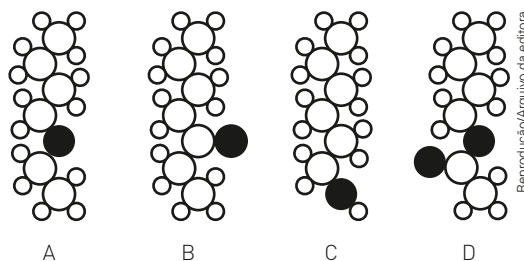
- 1 dose de bebida alcoólica = 20 mL
 - porcentagem aproximada, em volume, de etanol na bebida = 50%
 - densidade do etanol = 0,80 g/mL
- 2
 - 4
 - 5
 - 6
 - 7

9. (Unicamp-SP) A obtenção de etanol, a partir de sacarose (açúcar) por fermentação, pode ser representada pela seguinte equação:



Admitindo-se que o processo tenha rendimento de 100% e que o etanol seja anidro (puro), calcule a massa (em kg) de açúcar necessária para produzir um volume de 50 litros de etanol, suficiente para encher um tanque de um automóvel. (Dados: Densidade do etanol = 0,8 g/cm³; Massa molar da sacarose = 342 g/mol; Massa molar do etanol = 46 g/mol.)

10. (UEMG) As figuras a seguir representam moléculas constituídas de carbono, hidrogênio e oxigênio.

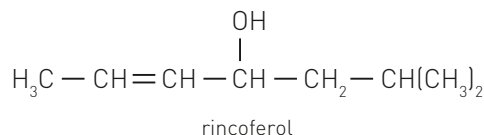


Legenda:

○ carbono ● oxigênio ○ hidrogênio

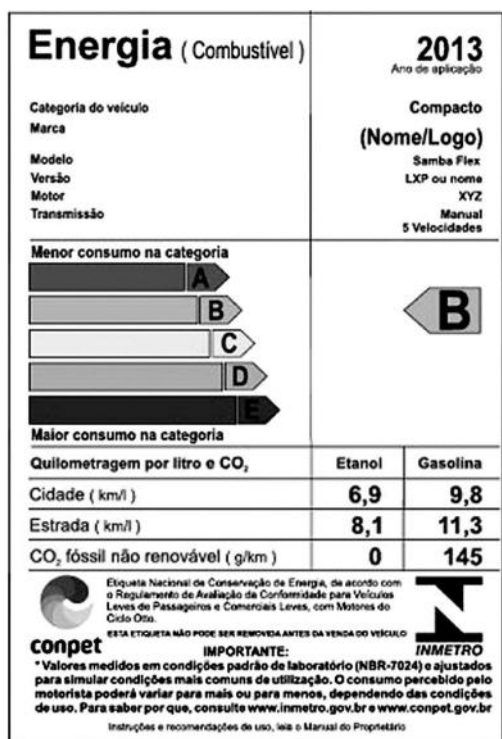
Qual das figuras representa uma molécula pertencente à função álcool?

- A.
 - B.
 - C.
 - D.
- 11 (UFRRJ) O álcool alílico rincoferol é o feromônio de agregação da praga "broca do olho de coqueiro" (*Rhyenphorus palmarum*) vetor da doença "anel vermelho", letal para planta, sendo responsável por enormes prejuízos neste tipo de cultura. A nomenclatura, segundo a IUPAC, do rincoferol representado abaixo é:



- 6,6-dimetil-2-hexen-4-ol.
- 2-metil-5-hepten-4-ol.
- 6-metil-2-hepten-4-ol.
- 2,6-dimetil-5-hexen-4-ol.
- 6-metil-3-hepten-4-ol.

12. (Acafe-SC) Um automóvel do tipo “zero quilômetro” contém a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) mostrada a seguir:



Reprodução/Acafe, 2016

Dados: Considerar os valores do litro da gasolina e etanol respectivamente: R\$ 3,40 e R\$ 2,50.

Baseado nas informações fornecidas e nos conceitos químicos, analise as afirmações a seguir.

- Nas condições abordadas é mais vantajoso financeiramente utilizar a gasolina como combustível, seja o veículo utilizado na cidade ou na estrada.
- O etanol é uma substância polar possuindo um grupo hidroxila.
- A gasolina é constituída, em sua maioria, por hidrocarbonetos.
- Em termos de poluição ambiental por CO₂ o etanol (produzido a partir da cana-de-açúcar) é menos poluente que a gasolina.

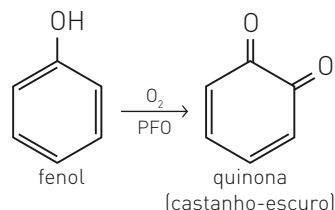
Assinale a alternativa **correta**.

- ☒ a) Todas as afirmações estão corretas.
☐ b) Apenas II e III estão corretas.
☐ c) Apenas I e IV estão corretas.
☐ d) Apenas I, II e III estão corretas.

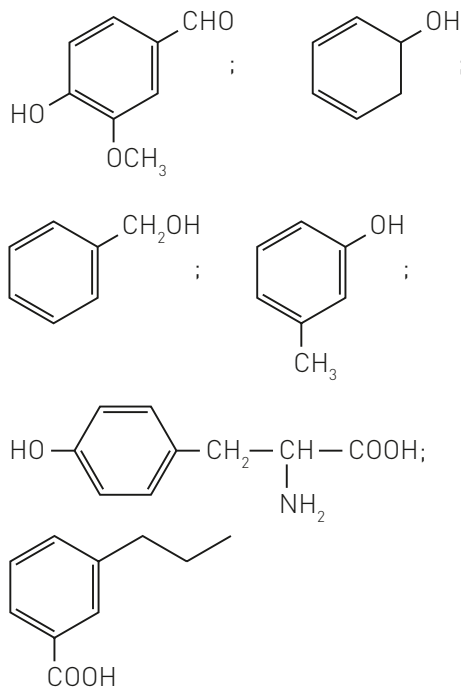
Fenóis

13. (Unimontes-MG) A polifenoloxidase (PFO) é uma enzima encontrada nos tecidos do abacate, da pera, da maçã etc. e é responsável pelo apareci-

mento da cor escura quando esses alimentos são cortados e expostos ao oxigênio atmosférico. O substrato dessa enzima é qualquer composto fenólico, e a equação a seguir representa a reação ocorrida sob a ação da PFO na presença de O₂ e um possível substrato.



Dados os seguintes compostos:



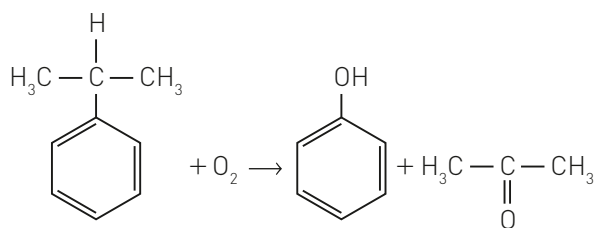
Das estruturas acima, o número de substâncias que *não* são utilizadas como substrato da enzima é:

- a) 1.
b) 3.
☒ c) 2.
d) 4.

14. (Fuvest-SP) Fenol (C₆H₅OH) é encontrado na urina de pessoas expostas a ambientes poluídos por benzeno (C₆H₆). Na transformação do benzeno em fenol, ocorre:

- ☒ a) substituição no anel aromático.
☐ b) quebra na cadeia carbônica.
☐ c) rearranjo no anel aromático.
☐ d) formação de cicloalcano.
☐ e) polimerização.

15. (Fuvest-SP) A oxidação do cumeno (isopropilbenzeno) é método industrial de produção de fenol e acetona.

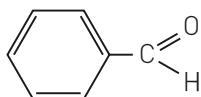


- a) Calcule a quantidade de cumeno (em mol) que deve ser oxidada para obter 100 mL de acetona.
b) Indique uma aplicação do fenol.
(Dados: Massa molar da acetona: 58 g/mol; Densidade da acetona: 0,80 g/mL.)

Aldeídos

16. A respeito do benzaldeído, considere as seguintes afirmações:

XI. Sua fórmula estrutural é:



II. O fenômeno da ressonância está presente em suas moléculas.

XIII. É um composto apolar.

IV. Sua combustão completa produz CO_2 e H_2O .

V. Sua fórmula molecular é $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}$.

XVI. Na sua molécula, existem 4 ligações π .

Indique as afirmações corretas.

17. (Uerj) Para que a “cola de sapateiro” não seja utilizada como droga e também devido à presença de uma substância cancerígena, o tolueno (ou metilbenzeno), uma das propostas sugeridas foi a adição de pequena quantidade de formol (ou solução aquosa a 40% de metanal), que, em virtude de seu cheiro forte e irritante, desestimularia a inalação do produto.

As substâncias orgânicas citadas, o tolueno e o metanal, apresentam, respectivamente, as seguintes fórmulas moleculares:

a) C_7H_{10} e CH_3O .

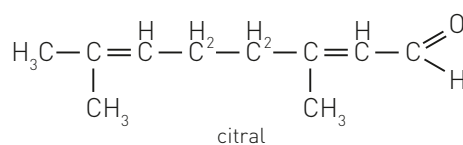
b) C_7H_{10} e CH_2O .

c) C_7H_8 e CH_3O .

x d) C_7H_8 e CH_2O .

18. (UFMT) Os aldeídos com poucos átomos de carbono na cadeia possuem odores desagradáveis, mas certos aldeídos de alto peso molecular têm odores agradáveis e são usados na fabricação de

perfumes, cosméticos, sabões. O citral tem forte sabor de limão, sendo usado como aromatizante cítrico.



Observando a fórmula estrutural plana do citral pode-se concluir:

- x a) Seu nome científico é 3,7-dimetil-2,6-octadienal.
b) Seu nome científico é 2,6-dimetil-2,6-octadienal.
c) Sua fórmula molecular é $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$.
d) O citral tem carbonos secundários e primários.
e) O citral tem três carbonos primários.

19. (Ufpel-RS) Os recursos hídricos podem ser considerados sob três aspectos distintos: como elemento físico da natureza, como ambiente para a vida e como fator indispensável à vida na Terra. A água usada no abastecimento de comunidades humanas requer padrões de qualidade. Assim, ela não deve apresentar sabor, odor e aparência desagradáveis, bem como não deve conter substâncias nocivas e microrganismos patogênicos.

O tratamento convencional para obtenção de água potável utiliza métodos tais como aeração, pré-cloração, carvão ativado e outros, a fim de remover substâncias que causam odor e sabor nos suprimentos públicos de água, decorrentes da atividade industrial, esgotos domésticos, gases dissolvidos, matéria mineral dissolvida e algas. Assim, nas águas com ferro (+2) e manganês (+2), formam-se óxidos amarronzados que alteram a cor e sabor dessas águas, enquanto que o gás sulfídrico (sulfeto de hidrogênio) lhes altera o sabor e o odor. Substâncias orgânicas, como, por exemplo, os compostos 2-6-nonadienal e 3-hexenol produzidos por algas, em níveis muito baixos (nanograma/L), causam alterações no sabor e odor.

Sobre os compostos orgânicos citados no texto, é correto afirmar que apresentam cadeia:

a) homogênea, alifática e saturada.

b) heterogênea, alifática e insaturada.

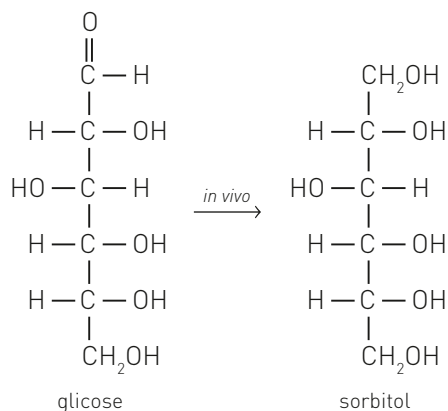
c) heterogênea, aromática e saturada.

d) homogênea, aromática e insaturada.

x e) homogênea, alifática e insaturada.

20. Uma das várias sequelas causadas por níveis elevados de glicose no sangue de pacientes diabéticos que não seguem o tratamento médico adequado

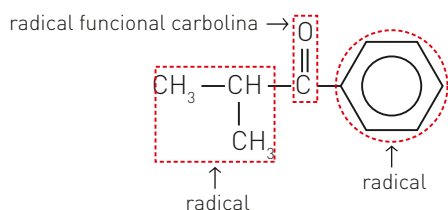
envolve o aumento da concentração de sorbitol nas células do cristalino ocular, que pode levar à perda da visão. Com base na transformação mostrada na equação a seguir, responda:



- Qual função orgânica diferencia a glicose do sorbitol?
- Quantas ligações π existem em uma molécula de glicose?

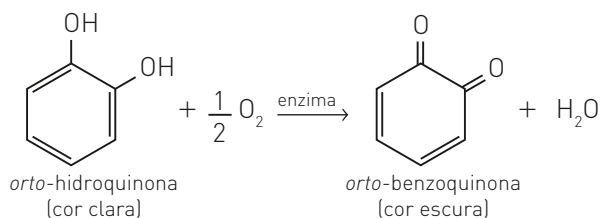
Cetonas

21. (UnibH-MG) O nome do composto a seguir e a sua função são, respectivamente:



- benzoato de propila-éster.
- benzopropilato de metanal-aldeído.
- 2-metilpropanonafenil-cetona.
- propilbenzilcetona-cetona.
- isopropilfenilcetona-cetona.

22. (UFMG) Certas frutas — a banana e a maçã, por exemplo — escurecem em contato com o ar quando são descascadas. Isso ocorre devido à conversão da substância *orto*-hidroquinona em *orto*-benzoquinona, catalisada por uma enzima.



Considerando-se essas substâncias e suas moléculas, é *incorreto* afirmar que:

- a *orto*-hidroquinona apresenta duas hidroxilas fenólicas.
- a *orto*-benzoquinona apresenta duas carbonilas em suas moléculas.
- a *orto*-benzoquinona apresenta moléculas saturadas.
- a *orto*-hidroquinona sofre oxidação na conversão apresentada.

23. (Fuvest-SP)

Palíndromo — Diz-se da frase ou palavra que, ou se leia da esquerda para a direita, ou da direita para a esquerda, tem o mesmo sentido.

Aurélio, *Novo Dicionário da Língua Portuguesa*.

2 ed., 40. imp. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986. p. 1251.

“Roma me tem amor” e “a nonanona” são exemplos de palíndromo.

A nonanona é um composto de cadeia linear. Existem quatro nonanonas lineares.

- Escreva a fórmula estrutural de cada uma dessas nonanonas.
- Dentre as fórmulas do item *a*, assinale aquela que poderia ser considerada um palíndromo.
- De acordo com a nomenclatura química, podem-se dar dois nomes para o composto do item *b*. Quais são esses nomes?

Ácidos carboxílicos

24. (Unifesp-SP) Ácidos carboxílicos e fenóis originam soluções ácidas quando dissolvidos em água. Dadas as fórmulas moleculares de cinco substâncias

I. $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$

III. CH_2O

V. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

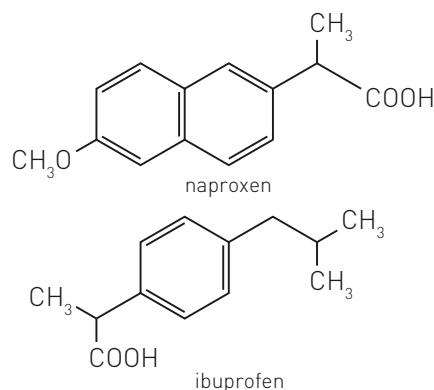
II. $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$

IV. $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$

as duas que originam soluções com $\text{pH} < 7$ quando dissolvidas na água são:

- I e II.
- II e IV.
- III e IV.
- I e IV.
- II e V.

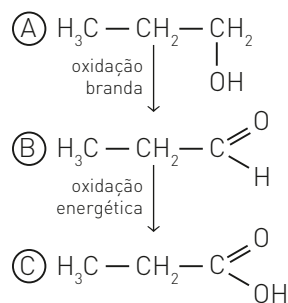
25. (UFMG) O naproxen e o ibuprofen são indicados para o tratamento de artrite e reumatismo.



Considerando-se essas estruturas moleculares, é *incorreto* afirmar que:

- a) as duas substâncias são aromáticas.
- x**b) as duas substâncias têm características básicas.
- c) o grupamento $\text{—CH}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ é comum às duas substâncias.
- d) o naproxen apresenta um número maior de átomos de carbono em sua molécula.

26. (UPM-SP)

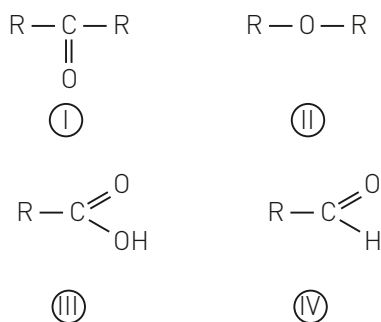


Os compostos A, B e C pertencem, respectivamente, às funções orgânicas:

- x**a) álcool, aldeído e ácido carboxílico.
- b) aldeído, cetona e éster.
- c) ácido carboxílico, cetona e aldeído.
- d) álcool, aldeído e éter.
- e) aldeído, cetona e álcool.

27. (UFRJ) Um dos fatores que determinam o padrão de qualidade da aguardente é a quantidade de ésteres e de aldeídos formados em seu processo de fabricação.

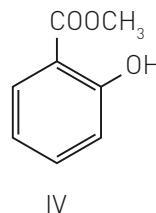
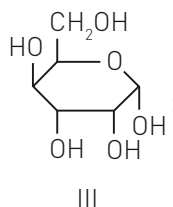
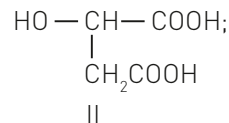
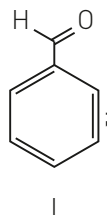
Observe estas fórmulas químicas:



Em uma das substâncias consideradas na determinação do padrão de qualidade da aguardente, encontra-se a função química definida pela fórmula de número:

- a) I.
- b) II.
- c) III.
- x**d) IV.

28. (PUC-MG) O suco de maçã contém ácido málico. Sabendo que o ácido málico é um ácido carboxílico, assinale a estrutura que pode representar a estrutura do ácido málico.



- a) I.
- x**b) II.
- c) III.
- d) IV.

29. (UFJF-MG) O ácido oxálico (ácido etanodioico) é encontrado no tomate. Um sal desse ácido, o oxalato de cálcio, é um dos principais componentes dos cálculos renais (pedra nos rins). A Itália é um dos países com maior incidência desse tipo de cálculo renal em função do seu tipo de alimentação.

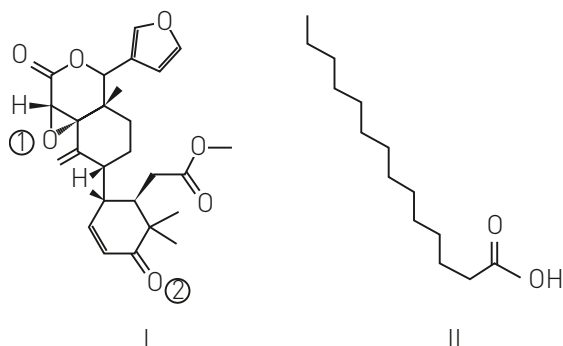
- I. O ácido oxálico é uma substância inorgânica.
- II. O oxalato de cálcio é um sal solúvel em meio aquoso.
- III. A fórmula molecular do ácido oxálico é $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$.
- IV. A fórmula molecular do oxalato de cálcio é $\text{Ca}_2\text{C}_2\text{O}_4$.
- V. O molho de tomate é responsável pela alta incidência de cálculo renal.

Com base no texto acima, assinale a alternativa abaixo que só apresenta afirmativas *corretas*.

- a) I, III e IV.
- b) III, IV e V.
- c) II e V.
- x**d) III e V.
- e) I, II e III.

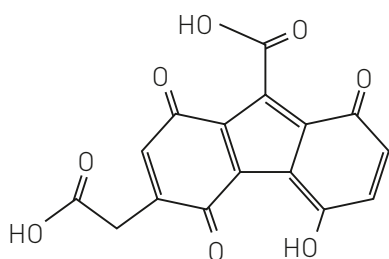
30. (Unifesp-SP) Andiroba é uma espécie nativa da Amazônia, de cujo fruto se extrai um óleo utilizado como repelente natural de insetos, anti-inflamatório, cicatrizante para afecções da pele e no

tratamento da artrite. Essas propriedades estão associadas à ocorrência das substâncias I e II no óleo de andiroba.

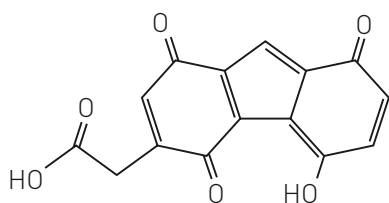


- Escreva os nomes das funções orgânicas indicadas pelos algarismos 1 e 2 na estrutura que representa a substância I.
- Escreva uma equação completa que descreva a reação de II com álcool metílico em meio ácido e indique o nome do grupo funcional formado.

31. (Uerj) Na pele dos hipopótamos, encontra-se um tipo de protetor solar natural que contém os ácidos hipossudórico e nor-hipossudórico. O ácido hipossudórico possui ação protetora mais eficaz, devido à maior quantidade de um determinado grupo presente em sua molécula, quando comparado com o ácido nor-hipossudórico, como se observa nas representações estruturais a seguir.



ácido hipossudórico

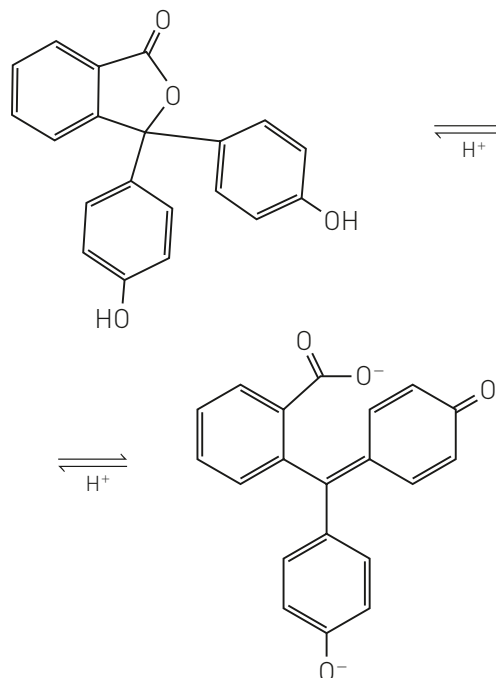


ácido nor-hipossudórico

O grupamento responsável pelo efeito protetor mais eficaz é denominado:

- nitrila.
- hidroxila.
- carbonila.
- ☒ d) carboxila.

32. (UPE) Um experimento muito utilizado em demonstrações de química é o conhecido "Sangue do diabo". Nele, uma pequena quantidade de indicador fenolftaleína é adicionada a uma solução de hidróxido de amônio, tornando-a rósea. Essa solução é jogada sobre um tecido branco, que, após algum tempo, perde a coloração rósea.



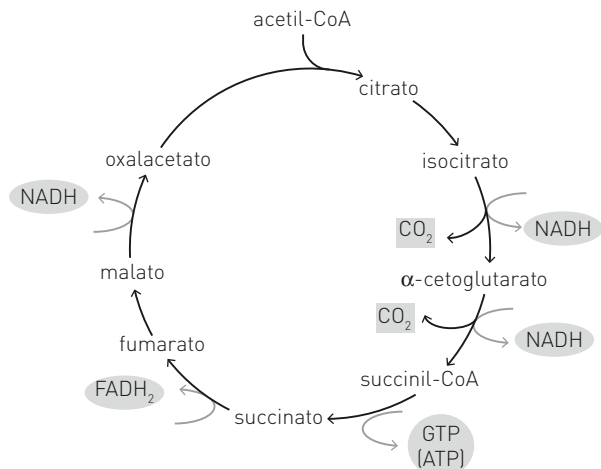
Acerca da observação descrita, assinale a alternativa que apresenta a afirmativa correta.

- A fenolftaleína, na presença do ar, atua como catalisador, mudando a cor da solução.
- O hidróxido de amônio evapora, deixando, apenas, a solução com fenolftaleína no tecido.
- ☒ c) A perda da coloração rósea é a consequência da decomposição do hidróxido de amônio em água e amônia, que é volátil, diminuindo o pH do meio.
- A presença do hidróxido de amônio favorece a forma não iônica da fenolftaleína, contendo grupos fenólicos, tornando a solução rósea.
- Os grupos hidroxilas da fenolftaleína permitem a formação de ligações de hidrogênio com o hidróxido de amônio, mudando a cor da solução.

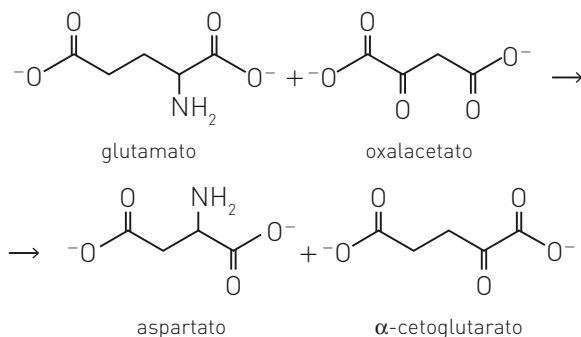
Texto para a próxima questão:

O ciclo de Krebs, que ocorre no interior das mitocôndrias, é um conjunto de reações químicas aeróbias fundamental no processo de produção de

energia para a célula eucarionte. Ele pode ser representado pelo seguinte esquema:



O íon oxalacetato participa não só do ciclo de Krebs como também da produção do íon aspartato, segundo a equação abaixo:

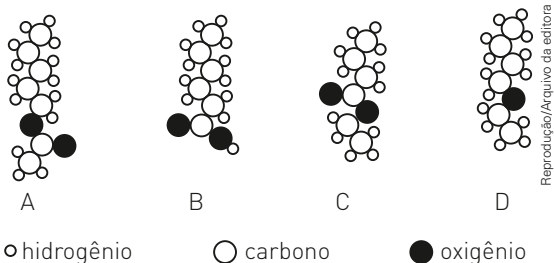


33. (Uerj) Com base nessa reação, pode-se afirmar que o aspartato é o ânion correspondente ao ácido dicarboxílico denominado:

- ☒ a) 2-aminobutanodioico.
- ☐ b) 3-aminobutanodioico.
- ☐ c) 2-aminopentanodioico.
- ☐ d) 3-aminopentanodioico.

Ésteres

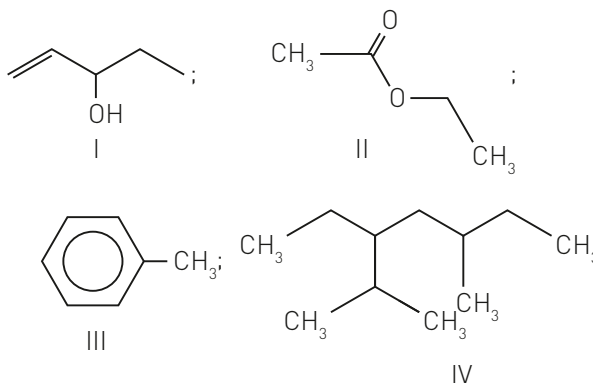
34. (Fuvest-SP) Dentre as estruturas abaixo, duas representam moléculas de substâncias, pertencentes à mesma função orgânica, responsáveis pelo aroma de certas frutas.



Essas estruturas são:

- a) A e B.
- b) B e C.
- c) B e D.
- ☒ d) A e C.
- e) A e D.

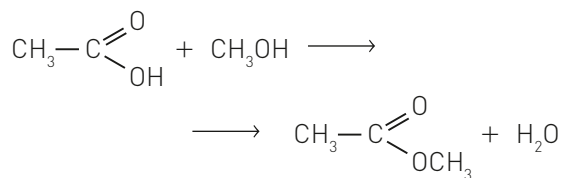
35. (UFRGS-RS) Considere as fórmulas estruturais dos compostos orgânicos abaixo.



De acordo com as regras IUPAC, a alternativa que apresenta, respectivamente, as associações corretas para a nomenclatura desses compostos orgânicos é:

- ☒ a) 1-penten-3-ol, etanoato de etila, metilbenzeno, 2,5-dimetil-3-etil-heptano.
- ☐ b) etilvinilcarbinol, acetato de etila, tolueno, 3-isopropil-5-metil-heptano.
- ☐ c) 4-penten-3-ol, etoxietanona, fenilmetano, 3-metil-5-isopropil-heptano.
- ☐ d) pentenol-3, etoximetilcetona, estireno, 2,5-dimetil-3-etil-heptano.
- ☐ e) 1,3-pentenol, etanoato de etila, metilbenzeno, 2-metil-3,5-dietil-hexano.

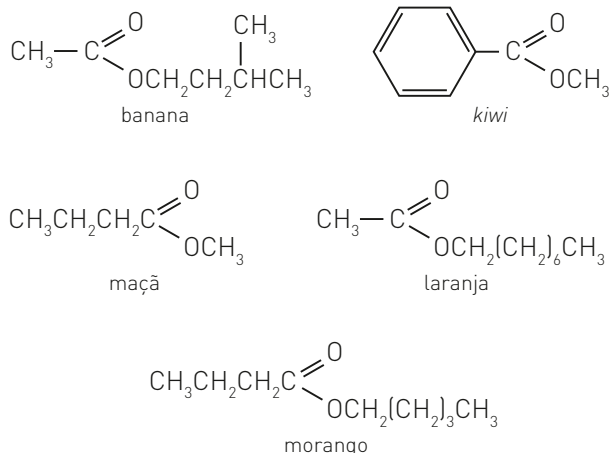
36. Considere a reação representada abaixo:



Se, em outra reação, *semelhante à primeira*, a mistura de ácido acético e metanol for substituída pelo ácido 4-hidroxi-butanóico, os produtos da reação serão água e um:

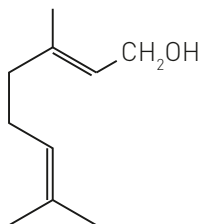
- ☐ a) ácido carboxílico insaturado com 4 átomos de carbono por molécula.
- ☒ b) éster cíclico com 4 átomos de carbono por molécula.
- ☐ c) álcool com 4 átomos de carbono por molécula.
- ☐ d) éster cíclico com 5 átomos de carbono por molécula.
- ☐ e) álcool com 3 átomos de carbono por molécula.

37. (Fuvest-SP) O cheiro agradável das frutas deve-se, principalmente, à presença de ésteres. Esses ésteres podem ser sintetizados no laboratório pela reação entre um álcool e um ácido carboxílico, gerando essências artificiais, utilizadas em sorvetes e bolos. A seguir, estão as fórmulas estruturais de alguns ésteres e a indicação de suas respectivas fontes.

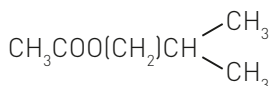


A essência, sintetizada a partir do ácido butanoico e do metanol, terá cheiro de:

- a) banana. xc) maçã. e) morango.
b) kiwi. d) laranja.
38. (Enem) Uma forma de organização de um sistema biológico é a presença de sinais diversos utilizados pelos indivíduos para se comunicarem. No caso das abelhas da espécie *Apis mellifera*, os sinais utilizados podem ser feromônios. Para saírem e voltarem de suas colmeias, usam um feromônio que indica a trilha percorrida por elas (Composto A). Quando pressentem o perigo, expõem um feromônio de alarme (Composto B), que serve de sinal para um combate coletivo. O que diferencia cada um desses sinais utilizados pelas abelhas são as estruturas e funções orgânicas dos feromônios.



Composto A



Composto B

QUADROS, A. L. Os feromônios e o ensino de química. *Química Nova na Escola*, n. 7, maio 1998 [adaptado].

As funções orgânicas que caracterizam os feromônios de trilha e de alarme são, respectivamente,

- x a) álcool e éster.
b) aldeído e cetona.
c) éter e hidrocarboneto.
d) enol e ácido carboxílico.
e) ácido carboxílico e amida.

Éteres

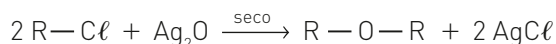
39. (Unicamp-SP) Augusto dos Anjos (1884-1914) foi um poeta brasileiro que, em muitas oportunidades, procurava a sua inspiração em fontes de ordem científica. A seguir, transcrevemos a primeira estrofe do seu soneto intitulado "Perfis chaleiras". Nesses versos, Augusto dos Anjos faz uso de palavras da Química.

"O oxigênio eficaz do ar atmosférico,
O calor e o carbono e o amplo éter são
Valem três vezes menos que este Américo
Augusto dos Anzóis Sousa Falcão..."

- a) Uma das palavras se refere a um gás cujas moléculas são diatômicas e que é essencial para o processo respiratório dos animais. Escreva a fórmula desse gás.
b) Escreva a fórmula estrutural do primeiro composto pertencente à função orgânica mencionada.

Obs.: No texto, a palavra que indica uma função orgânica foi utilizada indicando uma substância imaginária que ocuparia todo o espaço.

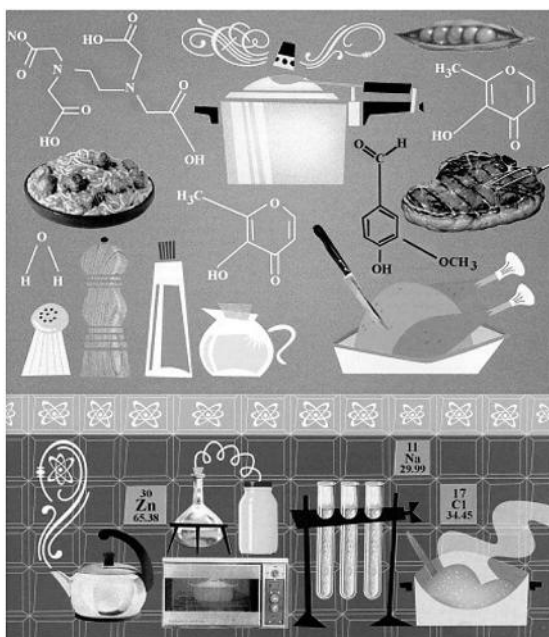
40. Considere a reação genérica:



e complete as equações abaixo indicando o nome do produto orgânico formado:



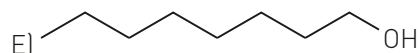
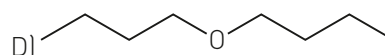
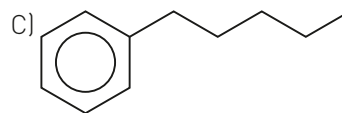
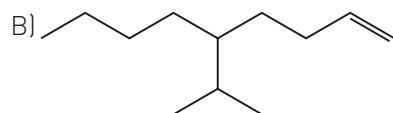
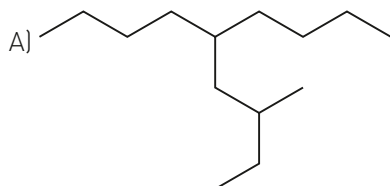
41. (UFBA) Cozinha é uma fonte de prazer e, falemos a verdade, de credence. [...] Altas pressões, temperaturas elevadíssimas, raios de energia, moléculas em disparada, tudo isso está envolvido mesmo em uma modesta refeição. [Cozinha de verdade. In: *Diálogo Médico*, 2003, p. 28].



Uma análise do preparo de alimentos e de sua importância para a manutenção do organismo permite considerar:

- 01) Os alimentos, quando colocados na panela de pressão, com água, são cozidos rapidamente, porque a quantidade de calor latente da água aumenta, proporcionalmente, com a pressão.
- 02) O consumo de carnes constitui suprimento de aminoácidos integrantes do *pool* de moléculas exigidas ao processo de tradução da mensagem genética.
- 04) A vascularização do músculo esquelético proporciona à carne vermelha um maior teor de ferro, elemento químico essencial à funcionalidade da hemoglobina.
- 08) O vinagre, uma solução aquosa de ácido acético, CH_3COOH , a 5% em volume, contém 5 mL desse ácido em 100 mL de água.
- 16) A fórmula química estrutural, destacada em negrito, na ilustração, evidencia os grupos funcionais dos aldeídos, dos éteres e dos fenóis.
- 32) O sistema obtido misturando-se vinagre filtrado com azeite de oliva e alguns cristais de cloreto de sódio é trifásico. **01, 02, 04 e 16.**

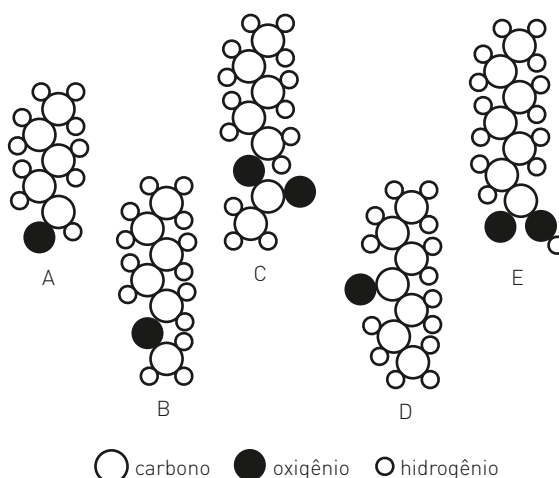
42. (UEM-PR) Analisando as estruturas dos compostos orgânicos a seguir, assinale a(s) alternativa(s) que apresenta(m) classificações **corretas** em relação às suas características.



- 01) Quanto ao número de ramificações, em A são 2, em B é 1 e em C é 1.
- 02) Quanto ao tipo de cadeia carbônica, em B é insaturada, em C é saturada e em D é insaturada.
- 04) Quanto ao tipo de função, C é um hidrocarboneto, D é um éster e E é um ácido carboxílico.
- 08) Quanto ao tipo de hidrocarboneto, A é um alcano, B é um alceno e C é um aromático.
- 16) Quanto à nomenclatura, C é o pentil-benzeno, D é o butóxi-butano e E é o octanol.

01, 08 e 16.

43. (UPM-SP) Observe as representações a seguir:



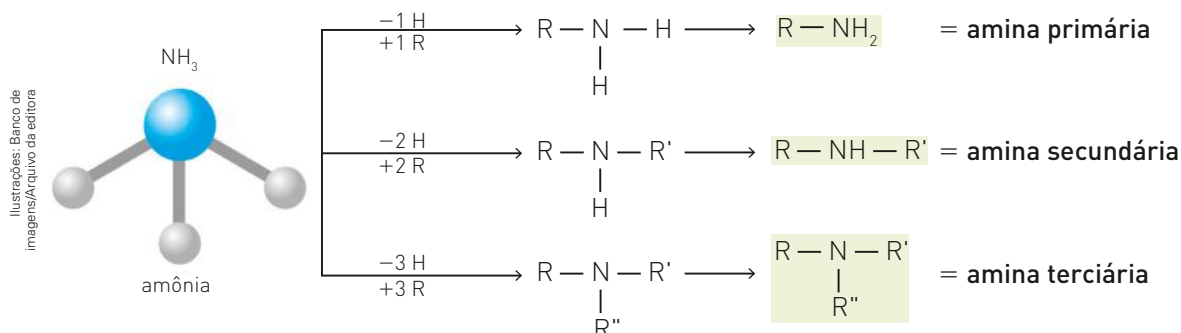
As estruturas A, B, C, D e E, representadas anteriormente, correspondem a cinco compostos orgânicos oxigenados que pertencem, respectivamente, às funções orgânicas:

- a) álcool, éter, éster, cetona e aldeído.
- b) aldeído, cetona, ácido carboxílico, álcool e éster.
- c) álcool, cetona, éster, éter e ácido carboxílico.
- x** d) aldeído, éter, éster, cetona e ácido carboxílico.
- e) álcool, éster, éter, cetona e aldeído.

Funções orgânicas nitrogenadas

Aminas

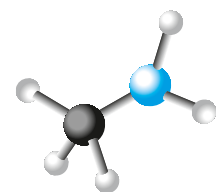
As aminas são consideradas bases orgânicas, obtidas a partir da *substituição* de um ou mais hidrogênios da amônia (NH_3) por grupos orgânicos.



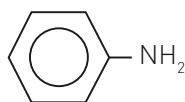
Nomenclatura

Para amina primária, aplicam-se as seguintes nomenclaturas:

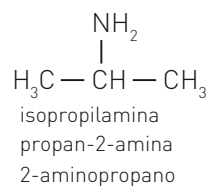
nome do grupo + **amina**
 nome do hidrocarboneto + **amina**
amino + nome do hidrocarboneto



$\text{H}_3\text{C}-\text{NH}_2$
 metilamina
 metanamina
 aminometano

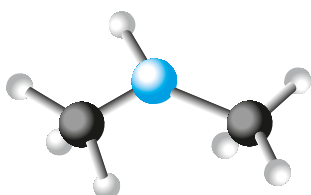


fenilamina (anilina)
 benzenamina
 aminobenzeno

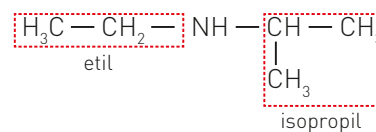
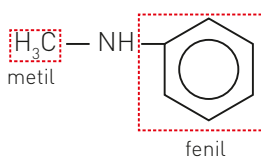


Para amina secundária, aplica-se a seguinte nomenclatura:

nome dos grupos + **amina**

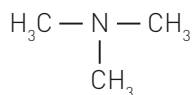
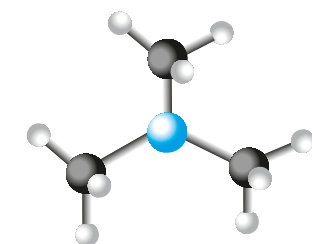


$\text{H}_3\text{C}-\text{NH}-\text{CH}_3$ dimetilamina

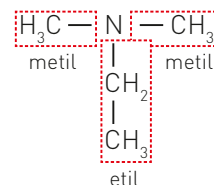


Para amina terciária, aplica-se a seguinte nomenclatura:

nome dos grupos + **amina**



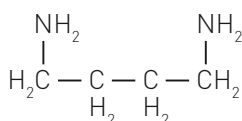
trimetilamina



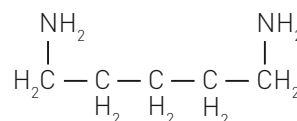
etildimetilamina

Ilustrações: Banco de imagens/
Arquivo da editora

Existe uma nomenclatura, não oficial, em que os grupos característicos da função amina são denominados **amino** e considerados substitutos do elemento hidrogênio em uma cadeia carbônica.



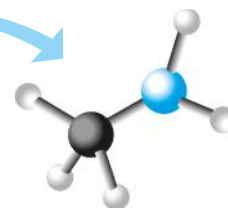
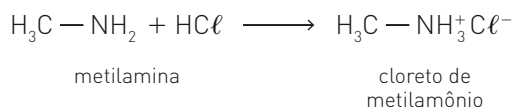
putrescina
1,4-diaminobutano



cadaverina
1,5-diaminopentano

// A decomposição de proteínas produz aminas com cheiro desagradável e intenso.

Pelo fato de reagirem com ácidos, as **aminas** são consideradas **bases orgânicas**.
Veja um exemplo:

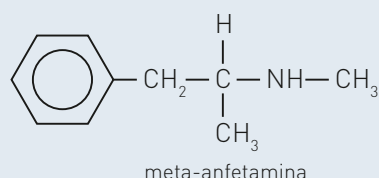
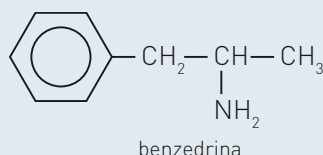


// As aminas de cadeias pequenas, voláteis, podem se formar pela degradação de proteínas e apresentam o cheiro característico de peixe, que pode ser eliminado com caldo de limão.

Anfetaminas

No século XIX, verificou-se que o gosto amargo das folhas e flores de algumas plantas era devido à presença de aminas. Essas substâncias, que naquela época eram denominadas álcalis vegetais (*alcalis* = bases), são hoje conhecidas com o nome de **alcaloides**.

Existem várias aminas que aumentam a atividade do sistema nervoso, elevam o ânimo, provocam diminuição da sensação de fadiga e reduzem o apetite, sendo, por isso, usadas como estimulantes (energizadores fracos). Essas aminas são denominadas genericamente **anfetaminas**. Duas delas estão representadas a seguir:



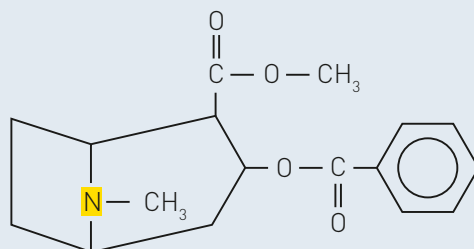
// Fotografia de flor da papoula e de sua cápsula com cortes pelos quais escorre a seiva, da qual se extraem alcaloides.

O uso indiscriminado dessas substâncias provoca dependência, e sua comercialização é controlada, podendo ser feita apenas mediante receita médica, que fica retida na farmácia.

O uso de anfetaminas provoca um estado denominado “psicose da anfetamina”, que se assemelha a uma crise de esquizofrenia, caracterizada por alucinações visuais e auditivas e comportamento agressivo.

Uma amina muito comum em nosso dia a dia, que age como um estimulante brando, é a cafeína presente no café, no chá, no pó de guaraná e em alguns refrigerantes e antigripais.

Outra substância de grande poder estimulante que apresenta o grupo amina em sua estrutura é a cocaína:



Essa droga é obtida a partir das folhas de um arbusto encontrado quase exclusivamente nas encostas dos Andes.



// Observe o cartaz, gire o livro 180° e observe-o novamente. Tradução: “Cocaína... pode transformá-lo em outra pessoa”.

Reprodução/Arquivo da editora

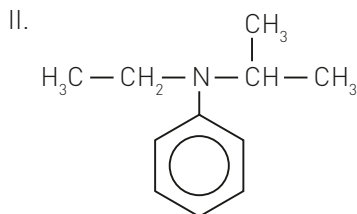
Fundamentando seus conhecimentos

1. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais planas:

I. metilpropilamina;
II. butan-2-amina.

2. Dê o nome das seguintes aminas:

I. $\text{H}_3\text{C} - \text{NH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$



3. O mau cheiro de peixe é causado por aminas de baixa massa molar.

Uma dessas aminas responsáveis pelo odor desagradável de peixe é a trimetilamina. Escreva no caderno suas fórmulas estrutural e molecular.

4. Uma amina muito utilizada na produção de corantes orgânicos é extraída do alcatrão da hulha, sendo comercializada com o nome de anilina. Essa substância é um líquido incolor a temperatura ambiente e de aspecto oleoso. Seu nome oficial é fenilamina. Escreva no caderno suas fórmulas estrutural e molecular e classifique sua cadeia.

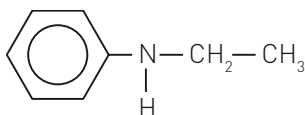
5. Construa a estrutura de uma amina primária, de uma secundária e de uma terciária, cada uma com 4 átomos de carbono e somente com ligações simples entre eles. Dê seus nomes.

Desenvolvendo seus conhecimentos

1. Escreva em seu caderno a fórmula estrutural dos compostos:

I. 1,4-diamino-hexano;
II. 2,5-diamino-heptano.

2. (Uece) A Ciência, ainda hoje, não sabe explicar o que desencadeia o processo químico da paixão, isto é, por que a Maria se apaixonou pelo José se o João era mais bonito e tinha um salário melhor? O fato é que, quando a Maria encontrou José, seu corpo imediatamente começou a produzir feniletilamina,



dando início ao delírio da paixão. Com relação a esse composto, pode-se afirmar, corretamente, que

- ☒ a) sua cadeia carbônica é heterogênea.
☐ b) o anel benzênico possui carbono terciário.
☐ c) é uma amina terciária.
☐ d) as ligações entre os átomos de carbono do anel benzênico são saturadas.

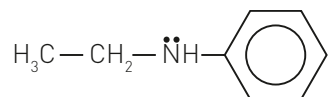
3. (PUC-PR) A anilina é a matéria-prima para a fabricação de vários corantes largamente empregados no tingimento de tecidos, fabricação de xampus, alimentos industrializados etc.

A anilina é um composto aromático que apresenta o grupo X ligado ao anel benzênico.

X deve ser o:

- a) $-\text{CH}_3$.
b) $-\text{OH}$.
☒ c) $-\text{NH}_2$.
d) $-\text{NO}_2$.
e) $-\text{SO}_3\text{H}$.

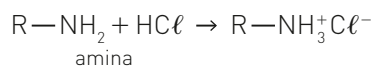
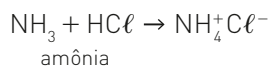
4. (UPM-SP) A substância de fórmula



que pode estar presente no vinho tinto, dilata as artérias do cérebro, provocando dor de cabeça. Essa substância:

- a) é um aminoácido.
b) é uma amina primária.
☒ c) é a etilfenilamina.
d) é um nitrocomposto.
e) possui caráter ácido acentuado.

5. As aminas são derivadas da amônia (NH_3) e apresentam caráter básico, isto é, podem ser protonadas. Veja as equações:



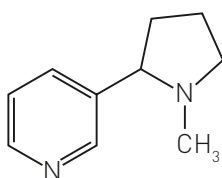
Com base nas informações, equacione as reações:

- I. etilamina + HCl
II. etilmetilamina + HCl

6. (Vunesp-SP) Escreva a fórmula estrutural e o nome de:

- a) um éster, com pelo menos quatro átomos de carbono na molécula;
- b) uma amina secundária, com pelo menos quatro átomos de carbono na molécula.

7. (UFRGS-RS) Em 1851, um crime ocorrido na alta sociedade belga foi considerado o primeiro caso da Química Forense. O Conde e a Condessa de Bocarmé assassinaram o irmão da condessa, mas o casal dizia que o rapaz havia enfartado durante o jantar. Um químico provou haver grande quantidade de nicotina na garganta da vítima, constatando assim que havia ocorrido um envenenamento com extrato de folhas de tabaco.



nicotina

Sobre a nicotina, são feitas as seguintes afirmações.

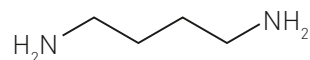
- I. Contém dois heterociclos.
- II. Apresenta uma amina terciária na sua estrutura.
- III. Possui a fórmula molecular $C_{10}H_{14}N_2$.

Quais estão corretas?

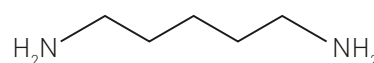
- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.
- d) Apenas I e II.

x e) I, II e III.

8. (UFSM-RS) A putrescina e a cadaverina foram isoladas a partir de alimentos em decomposição. A mistura das duas com outras aminas voláteis causa odores desagradáveis provenientes de alimentos em apodrecimento.



putrescina



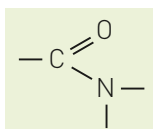
cadaverina

Assinale a alternativa que apresenta, respectivamente, a nomenclatura oficial da putrescina e a fórmula molecular da cadaverina.

- x a) 1,4-butanodiamina; $C_{5}H_{14}N_2$.
- b) 1,4-butanodiamina; $C_7H_{14}N_2$.
- c) 4-aminobutanoamina; $C_5H_{10}N_2$.
- d) 1,5-pentanodiamina; $C_4H_{12}N_2$.
- e) 5-aminopentanoamina; $C_6H_{12}N_2$.

Amidas

As amidas caracterizam-se pela presença do seguinte grupo funcional:

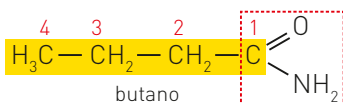


Nomenclatura

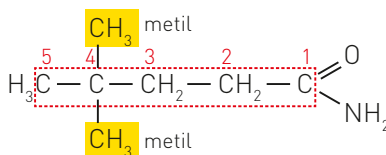
A nomenclatura oficial das amidas do tipo $R-C(=O)NH_2$ é feita da seguinte maneira:

nome do hidrocarboneto correspondente + **amida**

Veja os exemplos:



nome oficial: **butanamida**



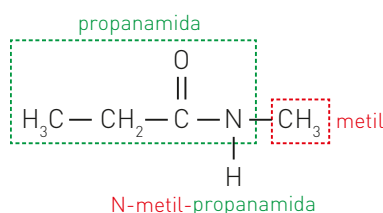
nome oficial: **4,4-dimetilpentanamida**

Existe uma nomenclatura usual que considera as amidas como derivadas de ácidos carboxílicos. Nessa nomenclatura, o nome é obtido pela união do prefixo do nome do ácido acrescido da terminação **amida**:

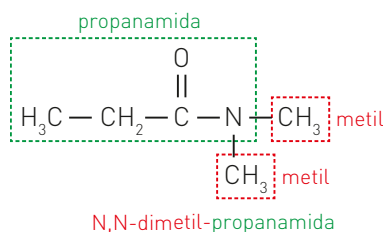


No caso de amidas secundárias e terciárias, nas quais ocorre a substituição dos átomos de hidrogênio ligados ao nitrogênio por grupos carbônicos, utilizamos a indicação (N) na nomenclatura. Observe os exemplos abaixo.

Amida secundária



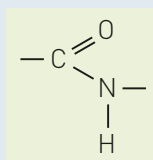
Amida terciária



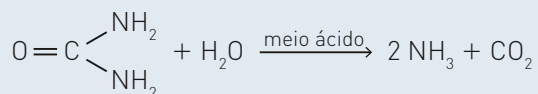
Ureia: a principal amida

À temperatura ambiente, a ureia, que foi o primeiro composto orgânico obtido em laboratório, é um sólido cristalino.

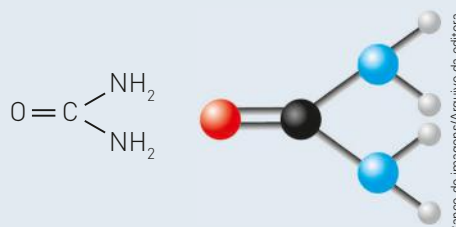
Na maioria dos vertebrados, a ureia é o produto final da degradação das proteínas, que são macromoléculas formadas pela união de aminoácidos por meio de uma ligação denominada peptídica ou amídica, representada por:



A ureia é normalmente excretada na urina e pode se decompor em meio ácido, originando gás carbônico e amônia:



A ureia produzida industrialmente pode ser utilizada na fabricação de fertilizantes, polímeros, medicamentos e como suplemento alimentar de gado.



// A ureia pode ser produzida industrialmente por meio da reação entre o dióxido de carbono (CO₂) e a amônia (NH₃).

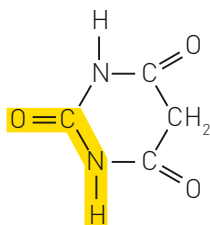
Amidas

Uma classe de compostos muito importantes que apresentam o grupo amida é a dos denominados genericamente barbitúricos.

A base desses compostos é o ácido barbitúrico, que, na verdade, é uma **amida**.

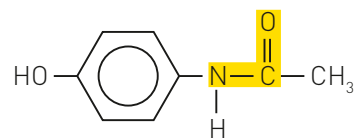
Esses compostos foram sintetizados pela primeira vez em 1864 por Adolf von Baeyer, na época um estudante, aluno de Kekulé.

Os barbitúricos são usados como sedativos, indutores do sono, para diminuir a ansiedade e alguns distúrbios de origem psíquica, sempre com orientação médica. Seu uso habitual leva a uma tolerância do organismo, exigindo doses cada vez maiores, o que cria dependência. Em doses elevadas, pode causar a morte, razão pela qual a comercialização de barbitúricos é controlada.



ácido barbitúrico

Estudos médicos mostram que o ácido acetilsalicílico (AAS) é o analgésico e antipirético mais adequado para a maioria das pessoas. Porém, algumas pessoas são alérgicas ao AAS, ou muito sensíveis à irritação da mucosa intestinal produzida por ele. Nesses casos, o substituto ideal é uma amida sintética — como a acetaminofen, a mais comum. Sua ação como analgésico e antitérmico é semelhante à do ácido acetilsalicílico, mas não é tão eficiente como anti-inflamatório.



acetaminofen

Reflita

1. Qual elemento químico difere uma amina de uma amida?
2. Qual o perigo do uso excessivo de medicamentos indutores do sono?
3. Sobre a acetaminofen, responda:
 - a) Quais são as funções orgânicas presentes em sua estrutura?
 - b) Considerando que a hidroxila está localizada no carbono 1 do núcleo aromático, em qual carbono está localizado o grupo amida? Essa posição relativa é denominada orto, meta ou para?

EXPLORE SEU MUNDO

Leia as bulas

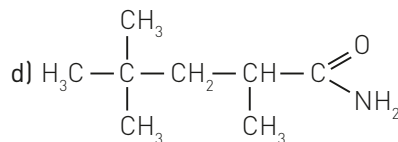
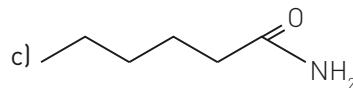
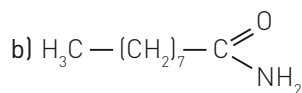
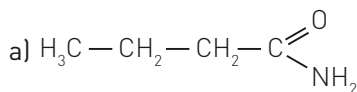
Devemos evitar a automedicação. Somente um profissional da área médica pode prescrever corretamente o medicamento adequado; mesmo os medicamentos isentos de prescrição devem ser utilizados de acordo com a orientação desse profissional. No entanto, é nosso direito conhecer os componentes dos medicamentos e é para isso que serve a bula. Há uma grande variedade de analgésicos e antitérmicos que contêm ácido acetilsalicílico (AAS) em sua composição, e tais medicamentos não devem ser ingeridos em caso de suspeita de dengue. Visite uma farmácia ou drogaria. Observe os rótulos ou bulas dos analgésicos e antitérmicos e descubra quais apresentam AAS em sua composição. Anote e compartilhe essa informação com as pessoas de seu convívio.

Fundamentando seus conhecimentos

1. Escreva em seu caderno a fórmula estrutural das seguintes amidas:

a) butanamida;
b) propenamida;
c) 3-metil-pentanamida.

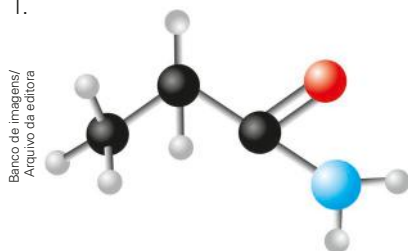
2. Dê o nome oficial das seguintes amidas:



Desenvolvendo seus conhecimentos

- 1.** Dê o nome ou a fórmula estrutural das amidas a seguir:

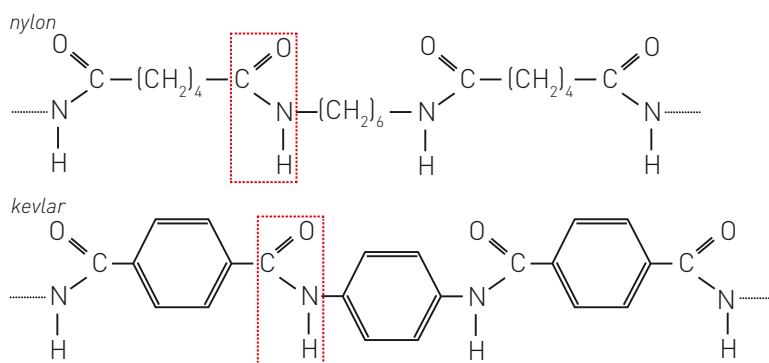
1.



II. 1,4-butanodiamida

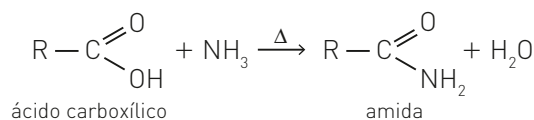
2. (Unicamp-SP) A ureia ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) é o produto mais importante de excreção do nitrogênio pelo organismo humano. Na molécula da ureia, formada por oito átomos, o carbono apresenta duas ligações simples e uma dupla; o oxigênio, uma ligação dupla; cada átomo de nitrogênio, três ligações simples, e cada átomo de hidrogênio, uma ligação simples. Átomos iguais não se ligam entre si. Baseando-se nessas informações, escreva a fórmula estrutural da ureia, representando ligações simples por um traço (—) e ligações duplas por dois traços (=).

3. (Fuvest-SP) Fragmentos dos polímeros *nylon* e *kevlar* estão representados abaixo:



- a) Qual é o grupo funcional indicado de átomos comum às substâncias?
b) Cite uma substância natural que tenha o mesmo grupo funcional.

4. Considere a seguinte reação genérica para produção de amida:

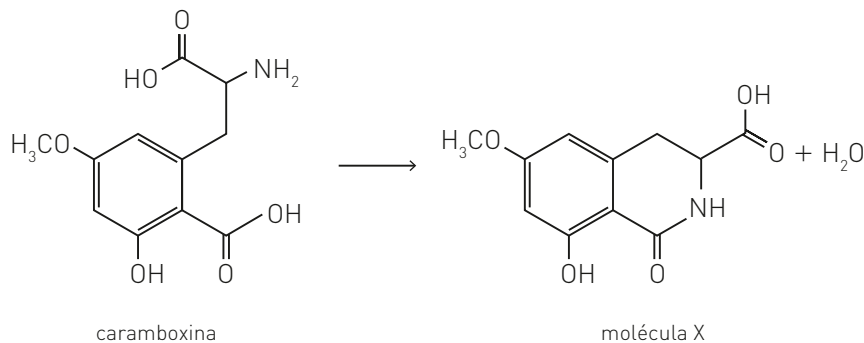


De acordo com esse esquema, equacione a reação entre o ácido acético e a amônia e dê o nome da amida obtida.

5. Equacione a obtenção da ureia a partir de CO_2 e NH_3 .

6. Cite duas aplicações da ureia.

7. [Uerj] Em determinadas condições, a toxina presente na carambola, chamada caramboxina, é convertida em uma molécula X sem atividade biológica, conforme representado abaixo.



Nesse caso, dois grupamentos químicos presentes na caramboxina reagem formando um novo grupamento. A função orgânica desse novo grupamento químico é denominada:

a) éster.

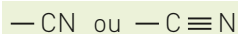
b) fenol.

☒ c) amida.

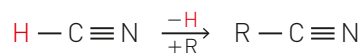
d) cetona.

Nitrilas

As nitrilas apresentam o seguinte grupo funcional:



De maneira geral, pode-se considerar que as nitrilas são obtidas a partir da substituição do hidrogênio do gás cianídrico (HCN) por um grupo orgânico:

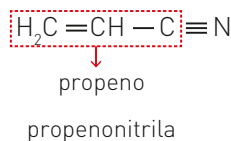
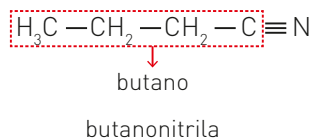
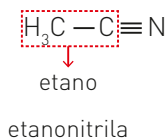


Nomenclatura

Normalmente, as nitrilas admitem duas nomenclaturas:

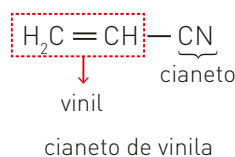
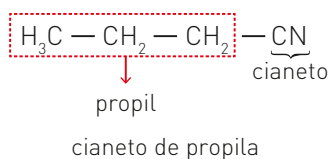
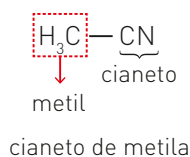
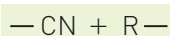
- nome do hidrocarboneto correspondente + **nitrila**

Veja alguns exemplos:



- cianeto de** + nome do grupo orgânico

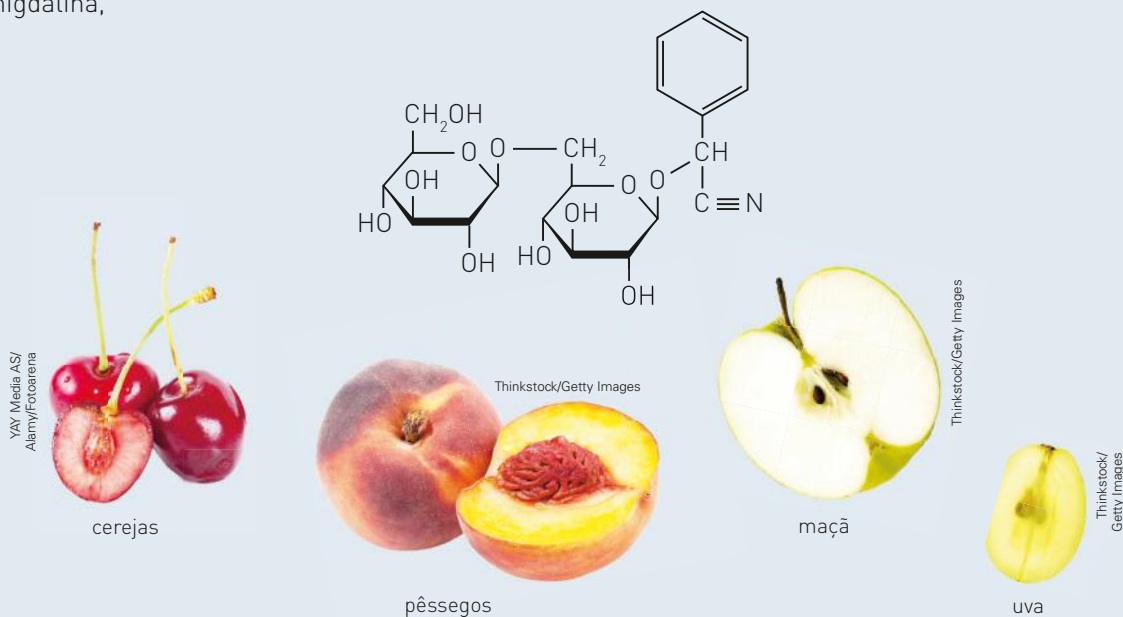
Veja alguns exemplos:



HCN: o formador de nitrilas

O cianeto de hidrogênio (HCN), nas condições ambientes (25 °C), é um líquido (TF = -13 °C; TE = 26 °C a 1 atm) e, em temperaturas pouco maiores, é um gás com cheiro de amêndoa amarga. Sua descoberta ocorreu em 1782, quando Scheele aqueceu o azul da Prússia ($\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$) com o ácido sulfúrico (H_2SO_4). Por esse motivo, foi inicialmente denominado **ácido prússico**.

Nas sementes de cerejas, pêssegos, maçãs e uvas, há pequenas quantidades de compostos, como a amigdalina,



que liberam o HCN ao sofrerem hidrólise. Embora essa substância seja tóxica, a quantidade produzida dessa maneira é muito pequena e não chega a causar intoxicação e muito menos a morte.

A mandioca-brava apresenta quantidades apreciáveis de amigdalina tanto nas suas raízes como nas folhas. Por essa razão, quando esse vegetal é fornecido como alimento para o gado, ele deve ser previamente picado e colocado ao sol por certo tempo, para provocar a evaporação do HCN.

A ação tóxica do HCN deve-se à sua capacidade de inibir a enzima citocromoxidase, fundamental para as células consumirem o gás oxigênio transportado pelo sangue. O íon cianeto provoca, então, a parada da respiração celular. Na verdade, a pessoa acaba morrendo por asfixia, mesmo que seu sangue esteja saturado de oxigênio. Assim, as células morrem e, se esse processo acontece rapidamente nos centros vitais, ocorre a morte do organismo.

Devido à ação rápida do HCN, o tratamento deve ser aplicado de imediato, sem perda de tempo. Em casos de absorção de grandes doses desse ácido, é inútil aplicar qualquer tratamento, que, quando possível, consiste em injeções de soluções aquosas de nitrito de sódio e/ou tiosulfato de sódio. Antigamente, utilizavam-se também injeções de soluções aquosas de azul de metileno.

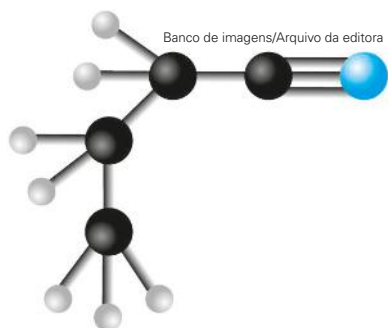


As folhas da mandioca-brava são utilizadas na preparação de um prato muito comum na região Norte do Brasil, chamado maniçoba. Nesse prato, semelhante à feijoada, as folhas da mandioca-brava, temperadas com sal e pimenta, substituem o feijão depois de terem sido cozidas durante sete dias. Durante o cozimento, são eliminadas as substâncias tóxicas, como o cianeto.

Fundamentando seus conhecimentos

1. Dê o nome ou a fórmula estrutural dos compostos:

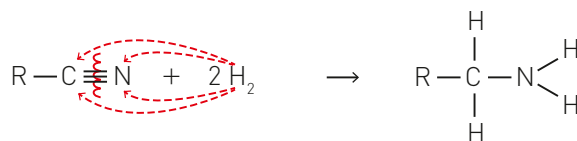
I.



II. cianeto de propila;

III. cianeto de fenila.

2. Considere a reação representada a seguir:



nitrila + hidrogênio $\rightarrow$ amina

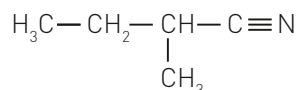
- Equacione a reação entre a butanonitrila e o hidrogênio e dê o nome do produto obtido.
- Determine a fórmula estrutural e o nome da nitrila utilizada para se obter a propilamina por esse processo.

Desenvolvendo seus conhecimentos

1. Dê a fórmula dos compostos:

- propanonitrila;
- etanonitrila;
- cianeto de propila.

2. Observe a estrutura da nitrila

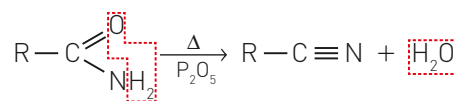


e indique as afirmações que se referem a ela.

- Sua cadeia é aberta, ramificada e homogênea.
- Sua cadeia é insaturada.
- Seu nome pode ser 2-metilbutanonitrila.
- Sua hidrogenação completa produz amina.

3. Uma amida pode ser desidratada pelo P_2O_5 , originando uma nitrila.

Essa reação pode ser representada genericamente por:



Com base nessas informações:

- equacione a desidratação da propanoamida e dê o nome do produto orgânico obtido;
- equacione a desidratação de uma amida que permita obter o cianeto de metila.

Nitrocompostos

Os nitrocompostos são caracterizados pela presença do grupo funcional:

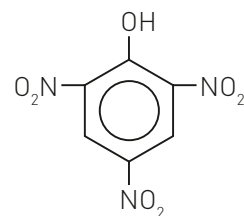
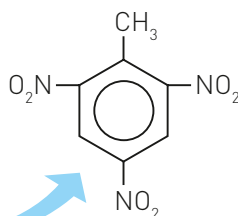
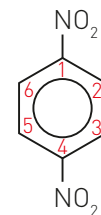
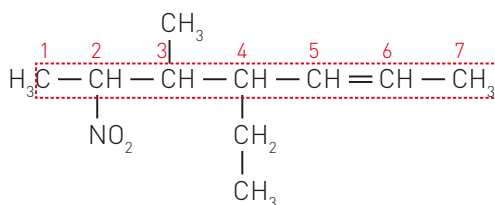
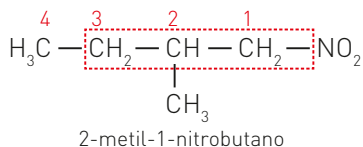


Nomenclatura

Na sua nomenclatura, considera-se que o grupo nitro $-\text{NO}_2$ substitui um hidrogênio da cadeia carbônica. O nome desses compostos é obtido da seguinte maneira:

nitro + nome do hidrocarboneto correspondente

A numeração da cadeia carbônica deve ser iniciada a partir da extremidade mais próxima do grupo funcional.

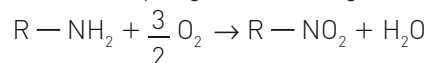


// Alguns nitrocompostos aromáticos são usados como explosivos. Geralmente são obtidos por reações entre o ácido nítrico e o ácido tolueno ou entre o nítrico e o fenol. Dois desses explosivos usados tanto na indústria bélica como na engenharia civil são o trinitrotolueno (TNT) e o trinitrofenol.

Fundamentando seus conhecimentos

- Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais dos seguintes nitrocompostos:
 - nitrobenzeno;
 - 2-nitropentano;
 - 3-nitropentano.
- Escreva em seu caderno a estrutura de dois nitrocompostos de cadeia alifática saturada que apresentem, cada um, seis átomos de carbono e dê seus nomes oficiais.

- Considere a reação genérica a seguir:



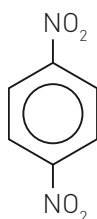
Essa reação indica que os nitrocompostos podem ser obtidos pela oxidação de aminas. Com base nessa informação, responda:

- Qual é o nome do nitrocomposto obtido pela oxidação da etilamina?
- Qual é o nome da amina utilizada para se obter o 1-nitrobutano?

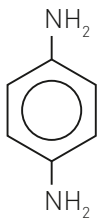
Desenvolvendo seus conhecimentos

- (Unip-SP) A fórmula do paradinitrobenzeno é:

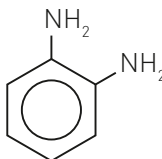
x a)



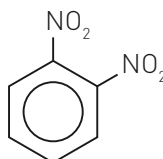
b)



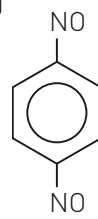
c)



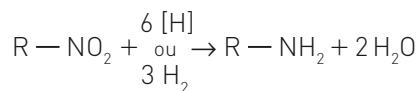
d)



e)



2. A reação a seguir é denominada redução do nitrocomposto:

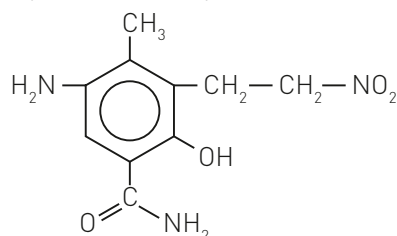


Na redução do nitrocomposto, obtém-se amina como produto orgânico. Com base nessas informações, resolva:

- a) Qual é a fórmula estrutural do produto da redução do nitrobenzeno?

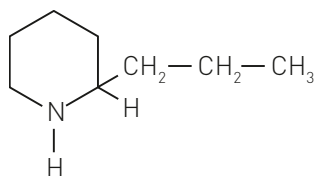
- b) Equacione a reação e dê o nome da amina formada.

3. Identifique as funções presentes no composto:



Desafiando seus conhecimentos

1. (UFSC) O filósofo grego Sócrates foi morto por dose letal de cicuta, veneno em que o componente principal é a coniina, cuja fórmula estrutural é dada a seguir:



Com base nas informações dadas, é *correto* afirmar que a coniina é/tem:

- 01) massa molecular igual a 123 g/mol.
02) uma amina aromática.
04) uma amina terciária.
☒ 08) capaz de formar ligações por pontes de hidrogênio com a água.
☒ 16) um composto nitrogenado heterocíclico.
☒ 32) fórmula molecular C₈H₁₇N.

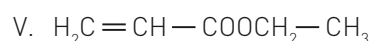
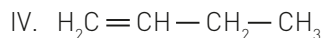
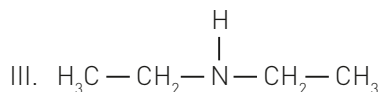
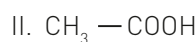
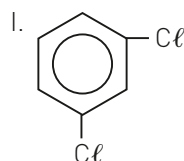
2. (Centec-BA)

- I. (CH₃CH₂)₂NH
II. (CH₃CH₂)₃N
III. (C₆H₅)₂NCH₃
IV. (CH₃CO)₃N
V. CH₃CH(NH₂)CH(NH₂)CH(NH₂)CH₃
VI. (C₆H₁₁)₂NH

Dos compostos representados acima, são aminas terciárias:

- a) I e II.
☒ b) II e III.
c) III e IV.
d) IV e V.
e) V e VI.

3. (Cefet-RJ) Observe as fórmulas estruturais a seguir:



Segundo a ordem em que aparecem, sua nomenclatura oficial é:

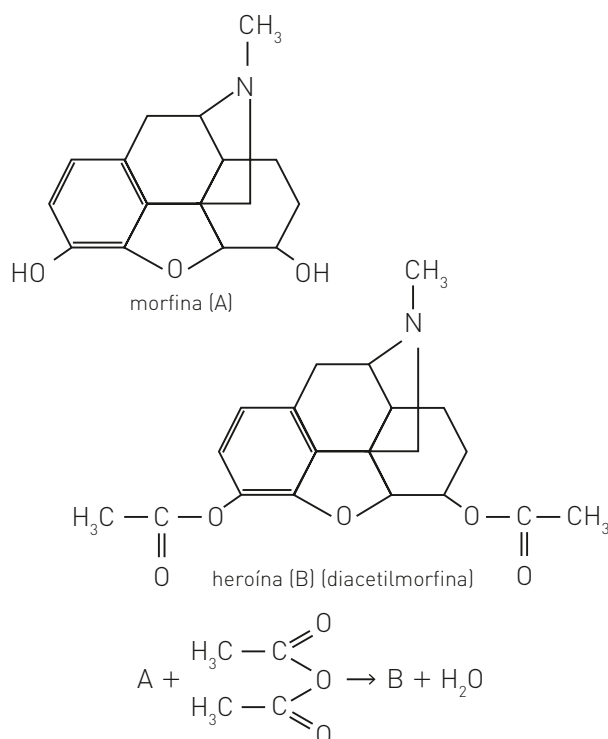
- a) 1,3-diclorobenzeno, ácido etanoico, dietilamida, 1-buteno e propanoato de etila.
b) ácido etanoico, 1,3-diclorobenzeno, dietilamina, 3-buteno e propenoato de etila.
c) 2,4-diclorobenzeno, ácido etanoico, dietilamida, 2-buteno e etanoato de propenila.
☒ d) 1,3-diclorobenzeno, ácido etanoico, dietilamina, 1-buteno e propenoato de etila.
e) 2,4-diclorobenzeno, ácido etanoico, dietilamina, 2-buteno e propanoato de etila.

4. (Uerj) O aromatizante artificial antranilato de metila é utilizado por alguns fabricantes de gelatina de uva. Essa substância deriva do ácido antranílico, que possui as seguintes características:

- é um ácido carboxílico aromático;
 - apresenta um grupo amino na posição orto;
 - possui fórmula molecular C₇H₇NO₂.
- Escreva a fórmula estrutural plana desse aromatizante e cite a função química a que ele pertence.

5. (Fuvest-SP)

A heroína (B) pode ser obtida a partir da morfina (A) por reação de esterificação:



Com relação a essa reação, considere as seguintes afirmações:

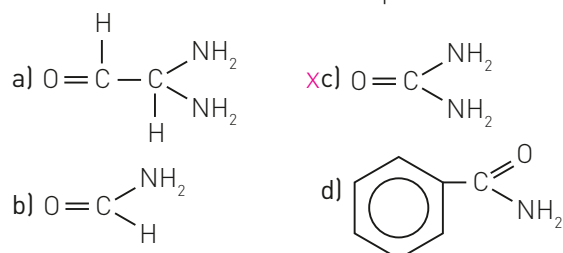
- É preservado o anel aromático.
- É preservada a função amina.
- Reagem tanto o grupo $-\text{OH}$ alcoólico quanto o $-\text{OH}$ fenólico.

Dessas afirmações:

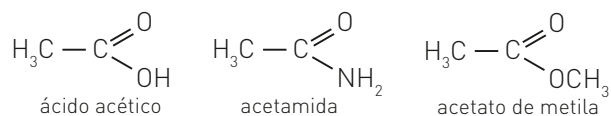
- apenas a I é correta.
- apenas a II é correta.
- apenas a III é correta.
- apenas a I e a II são corretas.

x e) a I, a II e a III são corretas.

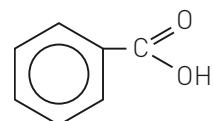
6. (Uece) A amida mais importante é a ureia. Ela tem muitas aplicações como adubo, na alimentação do gado, na obtenção de polímeros, muitos dos quais usados em colas e vernizes e na fabricação de medicamentos — barbitúricos, por exemplo. Assinale a alternativa que mostra corretamente a fórmula estrutural desse composto.



7. (Unicamp-SP) Considere o ácido acético e dois de seus derivados:

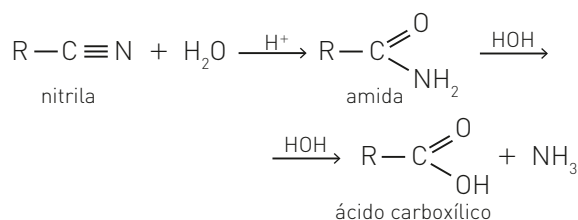


Sendo a fórmula do ácido benzoico:



- Escreva as fórmulas da benzamida e do benzoato de metila.
- Escreva a equação da reação de esterificação para formação do benzoato de metila, indicando o nome dos reagentes.

8. A reação genérica a seguir representa a hidrólise em meio ácido de uma nitrila:

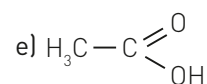
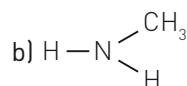
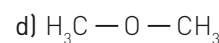
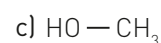
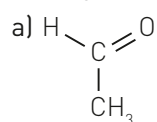


Com base nessa reação genérica:

- equacione a hidrólise em meio ácido do cianeto de metila e dê os nomes da amida e do ácido carboxílico obtidos;
- equacione a reação que permite obter o ácido valérico (pentanoico).

9. (IFBA) Observe as substâncias e as funções orgânicas a seguir:

- Ácido carboxílico
- Aldeído
- Álcool
- Amina
- Éter



A relação correta entre elas está representada na sequência

- I-a; II-b; III-c; IV-d; V-e.
- I-a; II-b; III-d; IV-c; V-e.
- I-b; II-c; III-a; IV-e; V-d.
- I-c; II-d; III-e; IV-a; V-b.
- x e)** I-e; II-a; III-c; IV-b; V-d.

10. (UFG-GO) Leia a cantiga popular a seguir, conhecida como “O Pastorzinho”.

Havia um pastorzinho que andava a pastorear saiu de sua casa e pôs-se a cantar.

dó, ré, mi, fá fá fá

dó ré do ré re re

do sol fa mi mi mi

do re mi fá fa fa

Chegando ao palácio a princesa lhe falou dizendo ao pastorzinho que o seu canto lhe agradou

sol lá si do dó dó

sol la sol la, la la

sol re do si si si

sol la si do do do

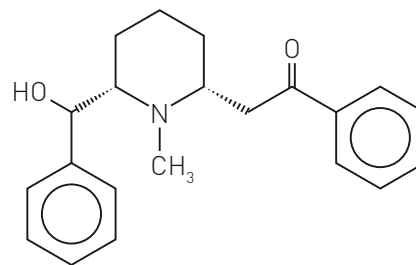
As notas musicais dessa cantiga foram organizadas de modo a representar um grupo funcional, conforme demonstrado a seguir.

Notas Musicais	Simbologia Química
Dó ou do	—OH
Ré ou re	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—} \end{array}$
Mi	—CH ₃
Fá ou fa	$\begin{array}{c} \text{—CH}_2 \\ \end{array}$
Sol	—NH ₂
Lá ou la	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$
Si	$\begin{array}{c} \\ \text{—C—} \\ \end{array}$

Ante o exposto, os versos que contêm notas musicais relacionadas aos grupos funcionais aminas, ácidos carboxílicos e álcoois estão descritos nas linhas

- a) 3 e 5.
b) 3 e 6.
c) 5 e 9.
d) 6 e 11.
x e) 9 e 12.
11. (Uepa) A imensa flora das Américas deu significativas contribuições à terapêutica, como a descoberta da lobelina (figura a seguir), molécula polifuncionalizada isolada da planta *Lobelianicotinaefolia*

e usada por tribos indígenas que fumavam suas folhas secas para aliviar os sintomas da asma.

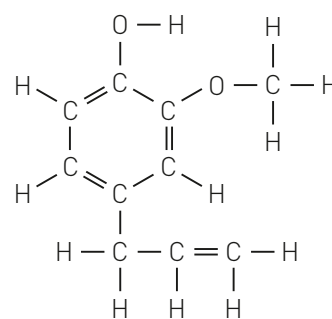


lobelina

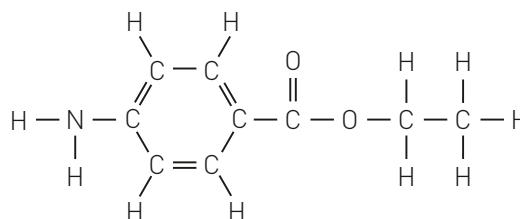
Sobre a estrutura química da lobelina, é correto afirmar que:

- x a) possui uma amina terciária.
b) possui um aldeído.
c) possui um carbono primário.
d) possui uma amida.
e) possui um fenol.
12. (IFPE) Extrair um dente é um procedimento que não requer anestesia geral, sendo utilizados, nesses casos, os anestésicos locais, substâncias que insensibilizam o tato de uma região e, dessa forma, eliminam a sensação de dor. Você já pode ter entrado em contato com eles no dentista ou se o médico lhe receitou pomada para aliviar a dor de queimaduras. Exemplos de anestésicos locais são o eugenol e a benzocaína, cujas fórmulas estruturais aparecem a seguir.

Exemplos de anestésicos locais



eugenol

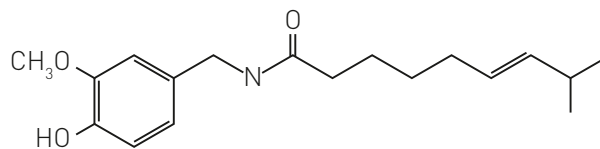


benzocaína

Sobre as estruturas anteriores, é **correto** afirmar que

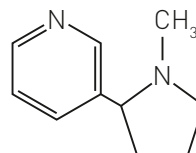
- a) o eugenol representa um hidrocarboneto insaturado.
 - b) a benzocaína possui uma estrutura saturada e homogênea.
 - c) as duas estruturas representam hidrocarbonetos insaturados e heterogêneos.
 - d) se verifica a presença de um grupo funcional ácido carboxílico no eugenol.
 - x e)** a benzocaína possui um grupo funcional amina e uma estrutura insaturada.
- 13.**(UFRGS-RS) As temperaturas normais de ebulição da propilamina e da trimetilamina são iguais a 47,8 °C e 2,9 °C, respectivamente. A diferença entre os pontos de ebulição deve-se ao fato de que esses compostos apresentam diferentes:
- a) massas moleculares.
 - b) geometrias moleculares.
 - x c)** forças intermoleculares.
 - d) basicidades.
 - e) densidades.
- 14.** Uma indústria fabrica um produto formado pela mistura das quatro aminas de fórmula molecular C_3H_9N . Com o intuito de separar esses componentes, empregou-se o processo de destilação fracionada, no qual o primeiro componente a ser separado é o de menor ponto de ebulição. Nesse processo, a primeira amina a ser separada é denominada:
- a) propilamina.
 - x b)** trimetilamina.
 - c) etilmetilamina.
 - d) isopropilamina.
- 15.** O composto químico capsaicina (8-metil-N-vanilil-1,6-nonamida) é o componente ativo das pimentas. É irritante para os mamíferos, uma vez que produz uma sensação de queimação em qualquer tecido com que entre em contato, entretanto, as sementes das plantas *Capsicum* são dispersas por pássaros, nos quais a capsaicina age como analgésico, em vez de irritar. A capsaicina e diversos componentes correlatos são conhecidos como capsaicinoides e são produzidos como um metabólico secundário pelas pimentas *chili*, provavelmente como

barreiras contra os herbívoros. A capsaicina pura é um composto hidrofóbico, incolor, inodoro. A fórmula estrutural plana da capsaicina está representada a seguir:



É correto afirmar que a capsaicina

- a) possui as funções orgânicas éster, álcool e cetona.
 - x b)** é insolúvel em água.
 - c) é uma cadeia carbônica homogênea e saturada.
 - d) tem cor e odor característicos.
- 16.**(PUC-PR) Sabemos que ocorre um aumento na intensidade das forças intermoleculares à medida que temos ligações do tipo dipolo induzido-dipolo induzido, dipolo permanente-dipolo permanente e pontes de hidrogênio. Assim, a ordem crescente de ponto de ebulição dos compostos éter metil-etílico, butano e propilamina está correta na alternativa:
- a) éter metil-etílico > butano > propilamina
 - b) butano > propilamina > éter metil-etílico
 - c) propilamina > butano > éter metil-etílico
 - x d)** propilamina > éter metil-etílico > butano
 - e) éter metil-etílico > propilamina > butano
- 17.**(UFU-MG) A nicotina, produzida na queima do cigarro, é a substância que causa o vício de fumar. É um estimulante do sistema nervoso central, provocando o aumento da pressão arterial e da frequência dos batimentos cardíacos. A seguir, é descrita a fórmula da nicotina:

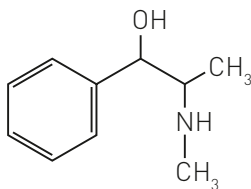


A nicotina é uma

- a) amida cíclica, de caráter básico, que apresenta anéis heterocíclicos contendo nitrogênio e de fórmula molecular $C_{10}H_{12}N_2$.
- x b)** amina cíclica, de caráter básico, que apresenta anéis heterocíclicos contendo nitrogênio e de fórmula molecular $C_{10}H_{14}N_2$.

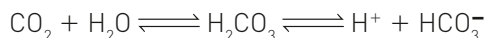
- c) amina aromática, de caráter ácido, que apresenta um anel heterocíclico com ressonância e de fórmula molecular $C_{10}H_{14}N_2$.
- d) amida aromática, de caráter ácido, que apresenta um anel heterocíclico com ressonância e de fórmula molecular $C_{10}H_{12}N_2$.

18. (UCS-RS) Os herbalistas chineses utilizam, há mais de 5000 anos, o extrato da planta *Ma-Huang* para o tratamento da asma. Um dos componentes ativos nesse extrato é a efedrina, cuja estrutura química está representada abaixo.

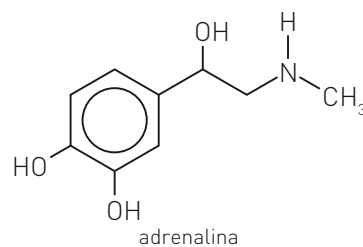
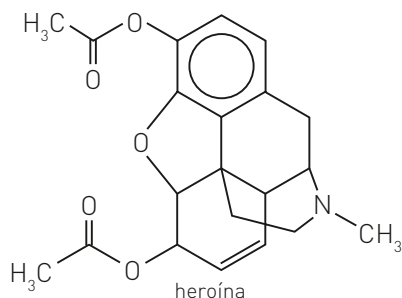


A efedrina

- a) é um ácido inorgânico forte e, em solução aquosa, apresentará pH ácido.
- ✗ b) possui a função orgânica amina e, em solução aquosa, apresentará pH básico.
- c) é uma amida e, em solução aquosa, apresentará pH neutro.
- d) possui a função orgânica álcool e, em solução aquosa, apresentará pH ácido.
- e) é uma base inorgânica forte e, em solução aquosa, apresentará pH básico.
19. (USCS-SP) A concentração de CO_2 no sangue, proveniente da respiração celular, pode variar de acordo com o ritmo da respiração pulmonar. Esse gás reage com a água do plasma sanguíneo de acordo com a equação:

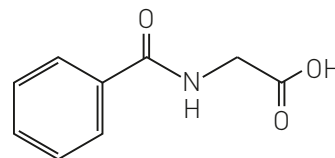


Drogas, como a heroína, uma depressora do sistema nervoso central, quando absorvidas pelo organismo, causam diminuição do ritmo cardíaco e respiratório, enquanto outras, como a adrenalina, podem ter o efeito oposto, isto é, fazer com que ocorra aceleração dos batimentos cardíacos e aumento da frequência respiratória.



- a) Apesar de a heroína e a adrenalina terem efeitos contrários, suas estruturas apresentam uma função orgânica em comum. Indique o nome dessa função e escreva a fórmula molecular da adrenalina.
- b) Qual das substâncias, se injetada na corrente sanguínea, deverá provocar aumento do pH do sangue? Justifique sua resposta.

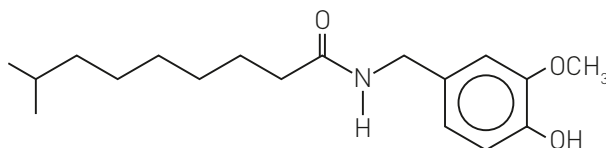
20. (Unioeste-PR) O ácido hipúrico, cuja fórmula estrutural está representada abaixo, é um bioindicador da exposição do trabalhador ao tolueno – um solvente aromático muito utilizado em tintas e colas. A biossíntese do ácido hipúrico no organismo ocorre pela reação do tolueno com o aminoácido glicina e, no laboratório, ele pode ser obtido pela reação do cloreto de benzoíla com a glicina em meio alcalino.



Na estrutura do ácido hipúrico, além do grupo ácido carboxílico, pode-se identificar a função oxigenada

- a) cetona.
- ✗ b) amida.
- c) amina.
- d) aldeído.
- e) álcool.

21. (PUC-RJ) A seguir está representada a estrutura da dihidrocapsaicina, uma substância comumente encontrada em pimentas e pimentões.



Na dihidrocapsaicina, está presente, entre outras, a função orgânica

- a) álcool.
- b) amina.
- ✗ c) amida.
- d) éster.
- e) aldeído.

Funções orgânicas halogenadas, sulfonadas e organometálicos

Derivados halogenados

Haleto orgânicos

Os haleto orgânicos são compostos que apresentam pelo menos um átomo de halogênio, ou seja, flúor, cloro, bromo ou iodo (F, Cl, Br, I) ligado a um grupo derivado de um hidrocarboneto.

Esses compostos são representados genericamente por:



em que X = F, Cl, Br ou I

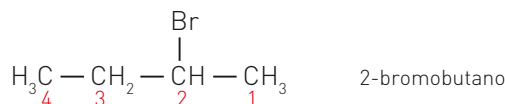
Nomenclatura

Os haleto podem ser denominados de duas maneiras:

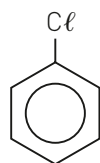
- a) Os átomos de halogênios são considerados substitutos de hidrogênios na cadeia carbônica do hidrocarboneto, e sua nomenclatura segue o esquema a seguir:

nome do halogênio + nome do hidrocarboneto correspondente

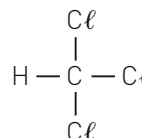
Veja este exemplo:



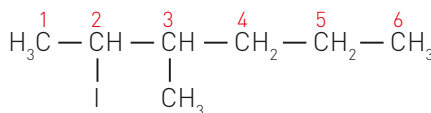
Outros exemplos:



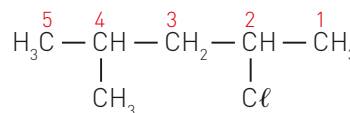
clorobenzeno



triclorometano



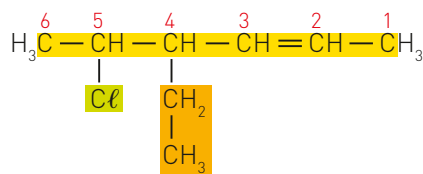
2-iodo-3-metil-hexano



2-cloro-4-metilpentano

Na nomenclatura oficial (IUPAC), para efeito de numeração da cadeia principal, os halogênios não são considerados grupos funcionais, por isso, se a cadeia for insaturada, o menor algarismo deverá ser atribuído ao carbono que apresenta a insaturação.

Veja o exemplo a seguir:

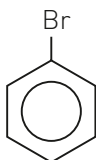
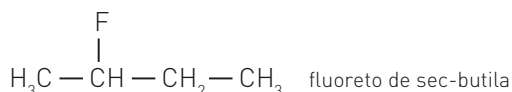


A numeração da cadeia principal deve ser feita a partir da extremidade mais próxima da insaturação. Assim, o nome oficial do composto será: **5-cloro-4-etil-hex-2-eno**.

b) Nessa nomenclatura, o nome do haleto precede o nome do grupo orgânico, de acordo com o esquema:

haleto + de + nome do grupo orgânico

Veja os exemplos:



brometo de fenila

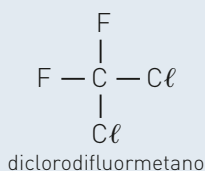
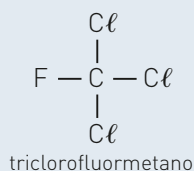
Alguns haletos

Clorofórmio – HCCl_3 (triclorometano)

O clorofórmio é um líquido incolor volátil ($\text{TE} = 61,2^\circ\text{C}$). Atualmente, o clorofórmio, com as devidas precauções, pode ser utilizado como anestésico externo, porque está provado que, quando inalado, pode causar parada respiratória e danos ao fígado. Devido à sua volatilidade, quando em contato com a pele, evapora rapidamente, diminuindo a temperatura da pele, inativando as terminações nervosas e impedindo o envio da sensação de dor ao cérebro.

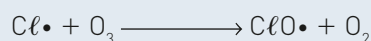
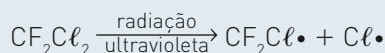
CFC (clorofluorcarbono) – freons

Os dois compostos mais comuns desse grupo de substâncias são:

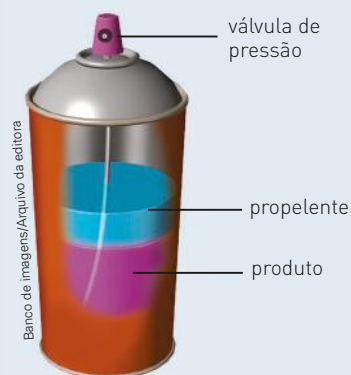
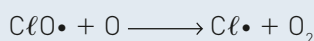


Genericamente, esses compostos são conhecidos como CFC (clorofluorcarbono) e são utilizados como propelentes em aerossóis e como líquidos refrigerantes em refrigeradores e aparelhos de ar condicionado. O uso dos aerossóis e eventuais vazamentos nos aparelhos de refrigeração liberam os freons para a atmosfera e podem destruir a camada de ozônio que protege a Terra dos raios ultravioleta, ocasionando um sério problema ambiental.

Os CFCs reagem com o ozônio da seguinte maneira:



A seguir, o $\text{ClO}\cdot$ reage com o oxigênio atômico presente na atmosfera.



Quando a válvula é comprimida, a pressão interna do recipiente diminui momentaneamente, o que provoca a vaporização do propelente, o qual escapa para o ambiente misturado a uma parte do produto.

Atualmente, o CFC está sendo substituído por outras substâncias que não atacam a camada de ozônio, como o butano.



Jan Butchofsky/AlamyFotoarena

// A contaminação por DDT chega até mesmo às regiões do polo sul, ameaçando a sobrevivência dos pinguins. Como o DDT enfraquece a casca dos ovos, vários deles se quebram antes do desenvolvimento do embrião, diminuindo a taxa de natalidade.



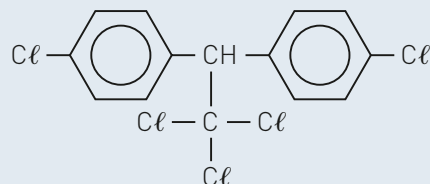
Thinkstock/Getty Images

// Em 1998, foi descoberta uma contaminação por dioxinas no leite de vaca produzido na Comunidade Europeia. O causador dessa contaminação foi o farelo da polpa de frutas cítricas exportado pelo Brasil. Como consequência, as importações foram suspensas, causando perdas econômicas para nosso país.

Bulent Kilic/Agência France-Press



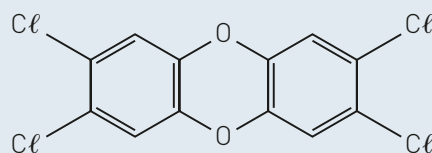
DDT – dicloro-difenil-tricloroetano



O DDT é um dos mais conhecidos inseticidas de baixo custo. Foi utilizado inicialmente na época da Segunda Guerra Mundial para controlar insetos que transmitiam doenças como malária, tifo e febre amarela. Em muitas partes do mundo, seu uso foi proibido por apresentar efeito cumulativo no organismo e por ser capaz de interromper o equilíbrio natural do meio ambiente, envenenando alimentos como verduras, carnes e peixes, e, ainda, enfraquecendo as cascas de ovos das aves.

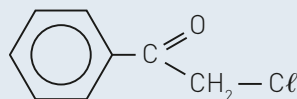
Dioxina

Dioxina é o nome de um grupo de centenas de compostos altamente persistentes no meio ambiente. A mais conhecida e mais tóxica é a 2,3,7,8-tetraclorodibenzeno-p-dioxina (2,3,7,8-TCDD).



A dioxina pode ser originada como um subproduto na produção de inseticidas clorados e também na queima de hidrocarbonetos clorados, da poluição de indústrias de papel que utilizam cloro como alvejante e ainda da produção de PVC (policloreto de vinila). A dioxina, devido ao seu efeito cumulativo, pode aparecer em ovos, carnes de boi, porco, galinha, peixes, produtos que utilizam leite na sua fabricação, etc. A intoxicação por dioxina pode levar a doenças como câncer de mama, de testículo ou de próstata, endometriose, entre outras.

Gás lacrimogêneo



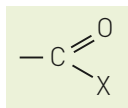
Começou a ser utilizado na Primeira Guerra Mundial e ainda hoje é usado para dispersar aglomerações em manifestações de rua.

Essa substância apresenta baixa toxicidade, mas é um poderoso agente lacrimogêneo.

Além do gás lacrimogêneo, há um grande número de outras substâncias, não apenas da função haletos, que podem ser utilizadas em guerras químicas.

// A palavra lacrimogêneo vem do latim *lacrima*, que significa "lágrima". Além de lágrimas, o gás lacrimogêneo pode causar tosse, irritação na pele e vômitos, e seus efeitos duram de 20 a 45 minutos. Na fotografia, gás lançado durante manifestação política em Istambul, Turquia, em dezembro de 2013.

Os haletos de ácido, também chamados haletos de acila, apresentam como grupo funcional a estrutura abaixo, em que X pode ser F, Cl, Br ou I.

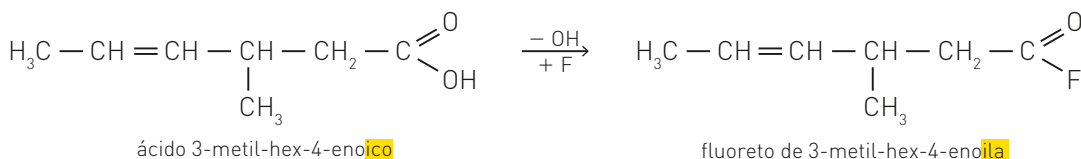

$$\text{R}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{\textbackslash} \\ \text{OH} \end{array} \xrightarrow[+\text{X}]{-\text{OH}} \text{R}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{\textbackslash} \\ \text{X} \end{array}$$

brometo, cloreto, fluoreto ou iodeto de nome do ácido – **ico**
+ **ila**

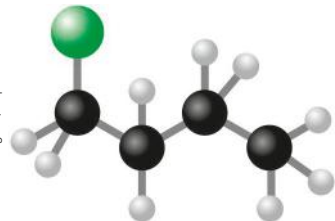
$$\text{H}_3\text{C}-\text{C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{OH} \end{matrix} \xrightarrow[\text{+ Cl}^-]{-\text{OH}^-} \text{H}_3\text{C}-\text{C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{Cl} \end{matrix}$$

ácido etanóico cloreto de etanóico

ácido acético cloreto de acetico



Banco de imagens/Arquivo da editora



● carbono
● cloro
● hidrogênio

4. Construa a fórmula estrutural plana de um outro composto de mesma fórmula molecular e dê seu nome.
5. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais planas dos compostos:
 - I. brometo de isopropila;
 - II. iodeto de fenila;
 - III. cloreto de vinila.
6. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais planas dos haletos de acila:
 - I. cloreto de acetila;
 - II. brometo de benzoíla;
 - III. iodeto de propanoíla.

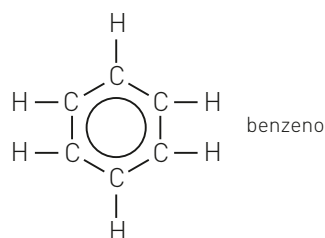
Desenvolvendo seus conhecimentos

1. (Puccamp-SP) "Clorofórmio (triclorometano), líquido empregado como solvente, tem fórmula X e pertence à função orgânica Y."

Para completar corretamente essa afirmação, deve-se substituir X e Y por:

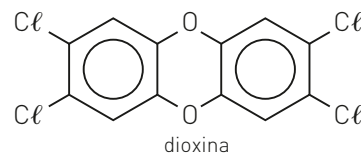
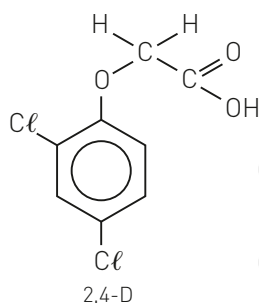
X	Y
a) CHCl_3	polialetol
b) C_2HCl_3	haleto de acila
c) CH_3COH	aldeído
d) $\text{C}_6\text{H}_3\text{Cl}_3$	haleto de arila
e) CCl_3COOH	halogenoácido

2. (Unicamp-SP) No jornal *Correio Popular*, de Campinas, de 14 de outubro de 1990, na página 19, foi publicada uma notícia referente à existência de lixo químico no litoral sul do Estado de São Paulo: "[...] a Cetesb descobriu a existência de um depósito de resíduos químicos industriais dos produtos pentaclorofenol e hexaclorobenzeno, no sítio do Coca, no início de setembro, [...]".



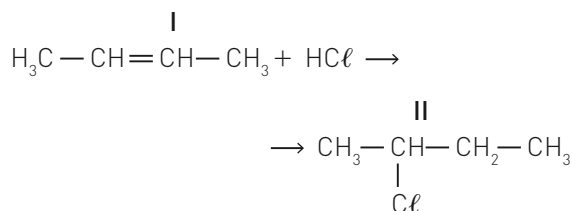
Sabendo que o fenol é um derivado do benzeno onde um dos hidrogênios da molécula foi substituído por um grupo OH, escreva a fórmula estrutural do:

- a) pentaclorofenol;
b) hexaclorobenzeno.
3. (Vunesp-SP) Durante a guerra do Vietnã (década de 60 do século passado), foi usado um composto chamado agente laranja (ou 2,4-D), que, atuando como desfolhante das árvores, impedia que os soldados vietnamitas (os vietcongues) se ocultassem nas florestas durante os ataques dos bombardeiros. Esse material continha uma impureza, resultante do processo de sua fabricação, altamente cancerígena, chamada dioxina. As fórmulas estruturais para esses compostos são apresentadas a seguir.

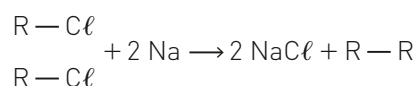


Esses compostos apresentam em comum as funções:

- a) amina e ácido carboxílico.
b) ácido carboxílico e amida.
c) éter e haleto orgânico.
d) cetona e aldeído.
e) haleto orgânico e amida.
4. (UFRJ) O polo gás-químico, a ser implantado no Estado do Rio de Janeiro, irá produzir alcenos de baixo peso molecular a partir do craqueamento térmico do gás natural da Bacia de Campos. Além de sua utilização como matéria-prima para polimerização, os alcenos são também intermediários importantes na produção de diversos compostos químicos, como, por exemplo:



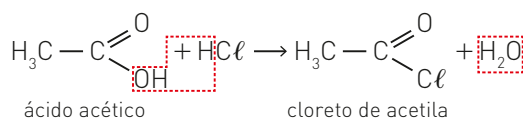
- a) Quais os nomes dos compostos I e II?
b) Qual a fórmula estrutural do produto principal obtido quando, na reação acima, o composto I é substituído pelo metil propeno?
5. Considere a reação genérica abaixo, que consiste em um método de obtenção de alcanos conhecido por método de Wurtz.



Baseando-se no esquema, resolva:

- a) Qual é o nome do alcano obtido a partir do cloreto de metila? Esquematize a reação.
b) Qual é o nome do cloreto orgânico que pode ser utilizado para obter o hexano, partindo de um mesmo haleto orgânico?

6. O cloreto de acetila pode ser obtido pela seguinte reação:



De modo semelhante, escreva em seu caderno as equações que permitem obter:

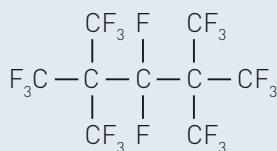
- iodeto de butanoíla;
- brometo de propanoíla;
- cloreto de acetila;
- brometo de benzoíla.

Os haletos orgânicos e a Medicina

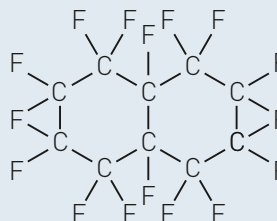
A partir do início deste século, com a descoberta dos grupos sanguíneos, a prática da transfusão de sangue tem sido feita com crescente sucesso e segurança, o que tem feito aumentar a demanda de sangue e seus derivados. Porém, devido à complexidade dos processos cirúrgicos e ao risco de transmissão de alguns tipos de hepatite, do *Trypanossoma cruzi* e do HIV, torna-se imperiosa a pesquisa para desenvolver substâncias que possam substituir o sangue e seus derivados.

Uma substância, para ser eficiente na substituição do sangue, deve atender a uma série de exigências, tais como: garantir a circulação, ter compatibilidade universal, não exercer efeitos adversos sobre as células, não ser tóxica nem cancerígena e ser excretada totalmente pelo organismo. Além disso, deve ter baixo custo, alta durabilidade e ser facilmente estocável.

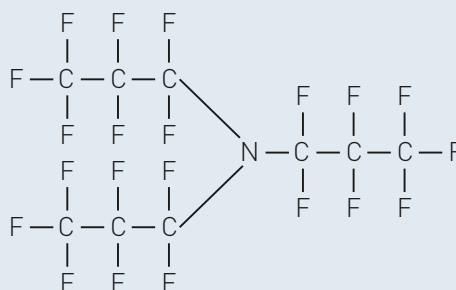
Um tipo dessas substâncias, denominadas **perfluoroquímicos**, foi inicialmente testado em ratos. Seu uso, substituindo todo o sangue, não produz nenhuma alteração nos animais, que continuam a se alimentar normalmente, não “sangram” com pequenos cortes nem desenvolvem infecções. Quando, após sete dias, o sangue é repostado, os animais continuam a se desenvolver normalmente. Desde 1979, esses produtos têm sido administrados, nos Estados Unidos, em seres humanos, principalmente nos membros da religião Testemunhas de Jeová, que, por motivos religiosos, são impedidos de receber transfusões sanguíneas.



perfluorononano



perfluorodecalina

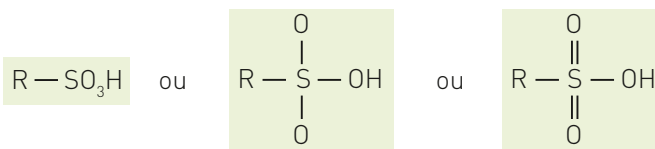


perfluorotripropilamina

// Compostos empregados na preparação de perfluoroquímicos administrados em seres humanos.

Ácidos sulfônicos

Os ácidos sulfônicos são compostos caracterizados pela presença do seguinte grupo funcional:

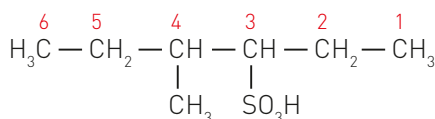


em que R é um grupo derivado de um hidrocarboneto e o grupo $-\text{SO}_3\text{H}$, denominado **ácido sulfônico**, é comumente proveniente do ácido sulfúrico.

Na sua nomenclatura, considera-se que o grupo ácido sulfônico $-\text{SO}_3\text{H}$ é um substituto de um hidrogênio da cadeia carbônica, e o nome desses compostos é obtido de acordo com o esquema:

ácido + nome do hidrocarboneto correspondente + **sulfônico**

Veja um exemplo:



O grupo $-\text{SO}_3\text{H}$ está ligado ao carbono 3 do 4-metil-hexano.

ácido 4-metil-hexano-3-sulfônico

COMPOSIÇÃO: Componente ativo, glicerina, coadjuvantes, conservante, sequestrante, espessantes. Corantes, fragrância e veículo. **COMPONENTE ATIVO:** Linear alquilbenzeno sulfonato de sódio. **TENSOATIVO BIODEGRADÁVEL**

// O lauril sulfonato de sódio é um sal que pode ser obtido pela reação de um ácido sulfônico com hidróxido de sódio. Genericamente: $\text{R}-\text{SO}_3\text{H} + \text{NaOH} \rightarrow \text{R}-\text{SO}_3^-\text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O}$. Esse sal e outros semelhantes estão presentes em detergentes, xampus e cremes dentais como agente surfactante (que diminui a tensão superficial da água).

Fundamentando seus conhecimentos

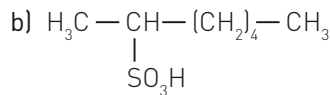
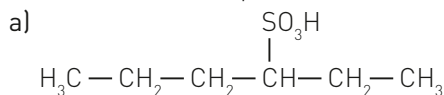
1. Escreva em seu caderno a fórmula estrutural plana dos compostos:

I. ácido butano-1-sulfônico;

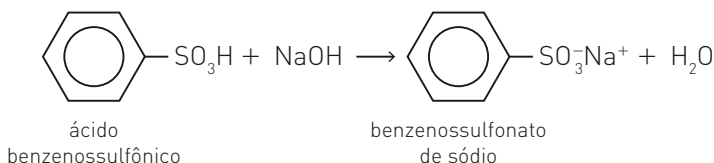
III. ácido benzenossulfônico.

II. ácido 2-metilpentano-3-sulfônico;

2. Dê o nome dos compostos:



3. Os ácidos sulfônicos podem reagir com bases, originando sais denominados sulfonatos. Veja um exemplo:

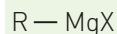


Com base nessa informação:

a) equacione a reação entre o ácido etanossulfônico e o hidróxido de potássio;

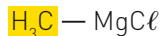
b) equacione a reação que permite obter o 2-propanossulfonato de sódio.

Entre os organometálicos mais importantes estão os **compostos de Grignard**:



Sua nomenclatura segue o esquema abaixo:

brometo, cloreto, fluoreto ou iodeto de + grupo + magnésio

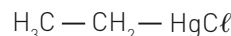
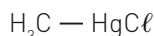


cloreto de **metil**magnésio



brometo de **vinil**magnésio

Algumas bactérias e também o plâncton têm a capacidade de transformar substâncias inorgânicas que contêm mercúrio em dois compostos organometálicos: o cloreto de metilmercúrio e o cloreto de etilmercúrio, cujas fórmulas estruturais são dadas, respectivamente, por:



O cloreto de etilmercúrio é um exemplo importante de composto organometálico, pois é usado como fungicida na preservação de sementes. No entanto, esse composto é altamente tóxico, principalmente para o sistema nervoso, devido à presença de mercúrio. Assim como todos os compostos organomercuriais, ele tem a tendência de se acumular nos organismos por ser mais solúvel em compostos orgânicos do que as substâncias inorgânicas do mercúrio.

O despejo de mercúrio nas águas de rios e lagos por garimpeiros e certas indústrias pode causar graves problemas ecológicos e de saúde nos seres humanos.

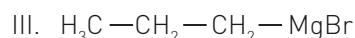
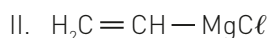
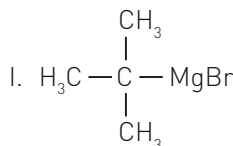
Fundamentando seus conhecimentos

1. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais dos seguintes compostos de Grignard:

a) cloreto de etilmagnésio;

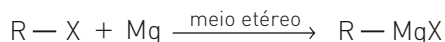
b) iodeto de fenilmagnésio.

2. Dê o nome dos compostos:



Desenvolvendo seus conhecimentos

1. A reação a seguir indica genericamente como se pode obter um composto de Grignard:

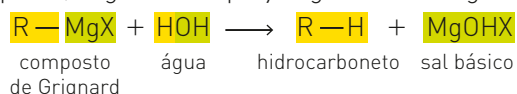


Com base na reação, resolva:

- Qual é o nome do composto de Grignard obtido a partir da reação de cloreto de isopropila com magnésio na presença de éter?
- Equacione a reação entre iodeto de etila com magnésio em meio etéreo e indique o nome do produto obtido.

Com base nas informações a seguir, responda às questões **2** e **3**.

A reação de obtenção dos compostos de Grignard deve ser feita na ausência de água, uma vez que esta reage violentamente com esse tipo de composto, segundo a equação genérica a seguir:

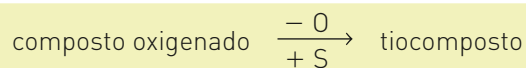


- Equacione a reação de brometo de etilmagnésio e água.
- Equacione a reação entre o composto de Grignard e a água que permite obter o butano.

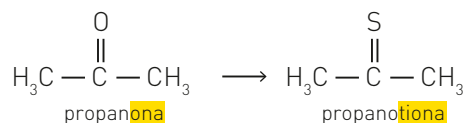
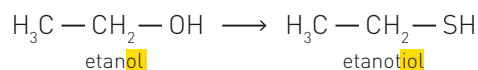
Tiocompostos

Essa série de compostos apresenta em sua estrutura um ou mais átomos de enxofre (S). Como o enxofre está situado na mesma família do oxigênio, ele origina compostos orgânicos semelhantes aos formados pelo oxigênio.

Os principais tiocompostos são: tioálcoois ou tióis, tioéteres, tiocetonas e tiofenóis. Genericamente suas estruturas são obtidas da seguinte maneira:



Veja alguns exemplos:



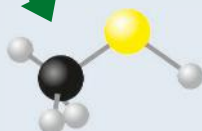
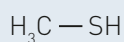
Reconhecendo tioálcoois pelo odor

Os tioálcoois são mais voláteis do que os álcoois comuns e têm como característica um odor forte e desagradável.

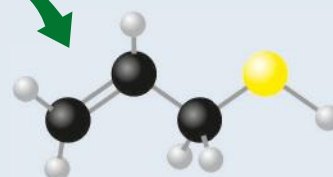
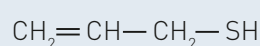
 AUSÊNCIA DE PROPORÇÃO



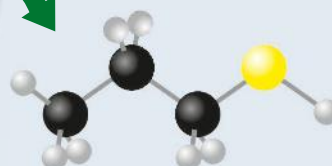
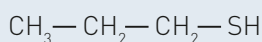
Ostras e queijo *cheddar*
metanotiol



Alho
prop-2-eno-1-tiol



Cebola
propano-1-tiol



Fotos: Thinkstock/Getty Images

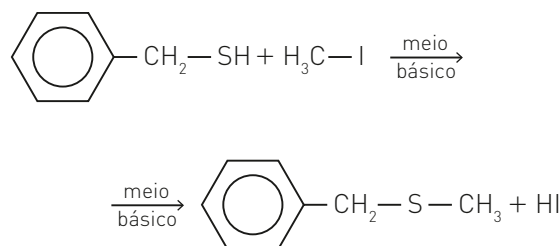
Fundamentando seus conhecimentos

O cheiro defensivo da jaritataca é devido a uma mistura de substâncias, dentre as quais estão incluídas o 3-metilbutano-1-tiol e o but-2-eno-1-tiol.

Com base nessas informações, responda às questões 1 a 3.

1. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais planas dos compostos mencionados.
2. Dê três classificações para suas cadeias.
3. Qual apresenta a maior massa molar?

4. Considere a reação a seguir:



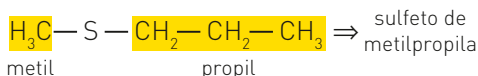
Identifique as funções orgânicas às quais pertence cada um dos participantes da reação.

Desenvolvendo seus conhecimentos

1. Os tioéteres são representados por R-S-R e sua nomenclatura é dada por:

sulfeto de nome do grupo + nome do grupo + a

Veja um exemplo:



Com base nessas informações, dê o nome dos seguintes tioéteres:

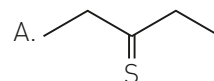
- a) $\text{H}_3\text{C-S-CH}_2\text{CH}_3$
 - b) $\text{H}_3\text{C-CH}_2\text{-S-CH}_2\text{-CH}_3$
2. (ITA-SP) Em junho de 2007, foi noticiado que um caminhão transportando cilindros do composto t-butil mercaptana (2-metil-2-propanotiol) tombou na Marginal Pinheiros, cidade de São Paulo. Devido ao acidente, ocorreu o vazamento da substância. Quando adicionada ao gás de cozinha, tal substância fornece-lhe um odor desagradável.

Assinale a opção que indica a fórmula molecular correta desse composto.

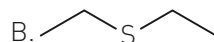
- a) $(\text{CH}_3)_3\text{CNH}_2$
- ☒ b) $(\text{CH}_3)_3\text{CSH}$
- c) $(\text{CH}_3)_3\text{CNHCH}_3$
- d) $(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{NH}_2$
- e) $(\text{CH}_3)_3\text{CSCH}_2\text{OH}$

3. Faça a associação correta:

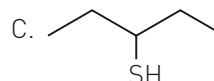
I. Tioálcool



II. Tiocetona



III. Tioéter



4. Dê o nome dos compostos A, B e C do exercício 3.

Desafiando seus conhecimentos

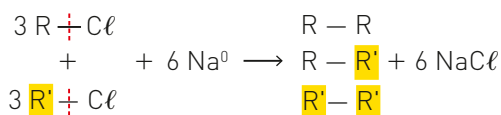
1. (Udesc-SC) Os extrativos encontrados na madeira formam uma grande gama de compostos químicos, mas representam apenas uma pequena parte dela. Os extrativos, em certas situações, são isolados com o objetivo de um estudo mais detalhado da estrutura e composição química da madeira. Dentre os métodos utilizados para a

extração de seus componentes químicos destacam-se a destilação a vácuo e a extração com solventes. Os solventes mais utilizados no processo de extração são éter (metoximetano), acetona, benzeno, etanol, diclorometano e água. Escreva a fórmula molecular estrutural dos solventes citados acima.

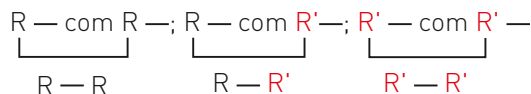
2. (Fuvest-SP) Hidrocarbonetos halogenados, usados em aerossóis, são também responsáveis pela destruição da camada de ozônio da estratosfera. São exemplos de hidrocarbonetos halogenados:

- a) CH_2Cl_2 e CH_3CH_3 .
- b) CH_3COCl e $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{Cl}$.
- x c) CFCl_3 e CHCl_3 .
- d) CH_3NH_2 e CFCl_3 .
- e) CH_3CHFCl e CH_3COCl .

3. O método de Wurtz, na prática, utiliza como reagente um único haleto orgânico. Se partíssemos de uma mistura de dois haletos orgânicos diferentes, obteríamos uma mistura constituída de três alcanos diferentes:



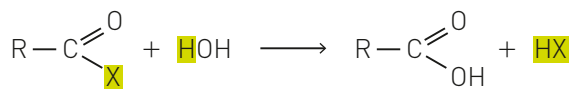
Isso ocorre porque os grupos R e R' que se formam na reação podem unir-se de três modos diferentes:



Em geral, essa mistura de alcanos é de difícil separação. Porém, para efeito didático, responda às seguintes questões:

- a) Quais os alcanos obtidos quando partimos de uma mistura de cloreto de etila e cloreto de metila, utilizando o método de Wurtz?
- b) Quais haletos poderíamos utilizar para obter, pelo método de Wurtz, o n-pentano como um dos produtos?

4. Os haletos de acila reagem com água segundo a equação:

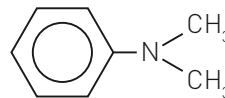


Devido à liberação de haletos de hidrogênio (HX), que provocam irritação das mucosas, os haletos de acila podem ser usados na produção de substâncias lacrimogêneas utilizadas, por sua vez, tanto em ação policial como em defesa pessoal. Com base nas informações:

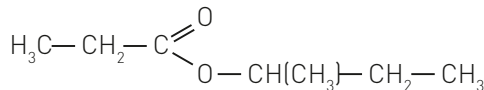
- a) equacione a reação do iodeto de acetila com a água;
- b) escreva em seu caderno a fórmula estrutural e dê o nome do haleto de acila que reage com a água produzindo ácido benzoico e cloreto de hidrogênio.

5. (Uece) Assinale a alternativa em que, para as duas fórmulas estruturais propostas, tanto o nome da classe funcional à qual pertença o composto como o seu nome específico estejam corretamente indicados:

x a)

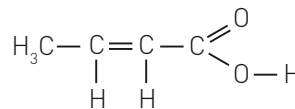


- amina terciária
- fenildimetilamina

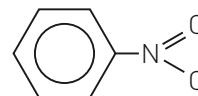


- ácido carboxílico
- propionato de sec-butila

b)

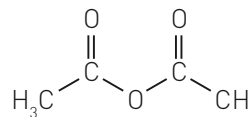


- ácido carboxílico
- ácido butanoico

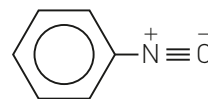


- nitrila
- benzonitrila

c)

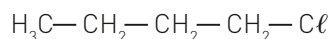


- dicetona
- butanodiona

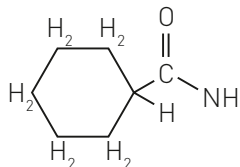


- nitroderivado
- nitrobenzeno

d)

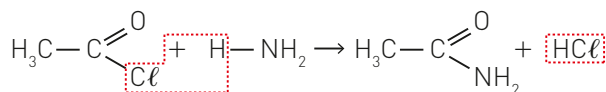


- haleto de alquila
- 2-clorobutano



- amida
- ciclo-hexanamida

6. A etanoamida pode ser obtida pela seguinte reação:



- cloreto de etanoila
- amônia
- etanoamida
- gás clorídrico

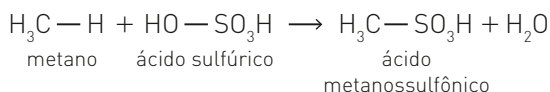
Escreva em seu caderno as equações que permitem obter, pelo mesmo processo, as seguintes amidas:

- a) propanoamida;
- b) butanoamida.

7. Calcule a massa de hidróxido de sódio necessária para neutralizar totalmente 2 mol do ácido metanossulfônico. Massas molares:

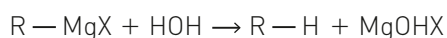
$$\text{NaOH} = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}; \text{H}_3\text{C}-\text{SO}_3\text{H} = 96 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

8. O ácido sulfúrico reage com hidrocarbonetos, produzindo ácidos sulfônicos e água, segundo a equação:



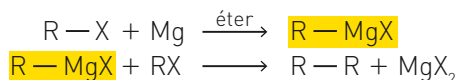
Escreva em seu caderno as equações que representam a formação dos ácidos etanossulfônico e benzenossulfônico por esse método.

9. Os alcanos podem ser obtidos a partir da reação de compostos de Grignard com água. Genericamente, temos:

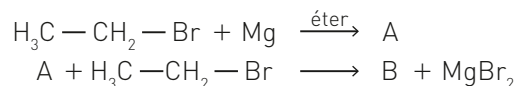


Com base nessa informação, equacione a reação entre o cloreto de propilmagnésio e a água e indique o nome do produto orgânico obtido.

10. Considere as reações genéricas a seguir:



Com base nessas reações, complete as equações, indicando os nomes de A e B.



11. Escreva em seu caderno as três fórmulas estruturais dos metiltiofenóis existentes.
12. Três dentes de alho amassados colocados em uma xícara de água fervente: uma das receitas mais antigas de chá que tem ação expectorante, antiséptica e anti-inflamatória. Uma das substâncias presentes nesse chá é o sulfeto de divinila.



Rita Barreto/Fotoarena

Escreva em seu caderno as fórmulas estrutural e molecular dessa substância.

Atividade prática

Investigando a presença de oxigênio

Material

- tiner
- álcool comum
- éter sulfúrico
- acetona
- benzina
- aguarrás
- vinagre branco
- iodo sólido
- 7 copos
- 1 espátula



Siga as orientações de segurança do laboratório

Procedimento

Em cada copo coloque uma pequena quantidade de um dos sete primeiros materiais solicitados e, a seguir, uma pitada de iodo. Observe.

Importante: Não deixe o frasco de iodo aberto.

Agora, responda às questões:

1. Escreva em seu caderno a fórmula estrutural do iodo, do álcool, do éter e da acetona.
2. A benzina, a aguarrás e o tiner são misturas de hidrocarbonetos. Quais elementos químicos estão presentes nesses materiais?
3. O vinagre é uma solução formada por quais substâncias?
4. Compare as colorações obtidas com os elementos presentes em cada fórmula. Qual é o elemento responsável pelas diferentes colorações?
5. Por que devemos deixar fechado o frasco de iodo?

Anticoncepcionais e seus riscos

A progesterona é um hormônio encontrado no ovário, na placenta e nas adrenais.

É secretada durante a segunda metade do ciclo menstrual, aproximadamente do 12º ao 28º dia, e é a substância responsável pela produção de muco no ovário, necessário para a fixação dos ovócitos secundários liberados durante a ovulação, que ocorre aproximadamente entre o 12º e o 15º dia do ciclo menstrual. Tem grande importância no desenvolvimento do ovócito no ovário e, após a fertilização, sua secreção contínua é necessária para impedir nova ovulação no período de gravidez.

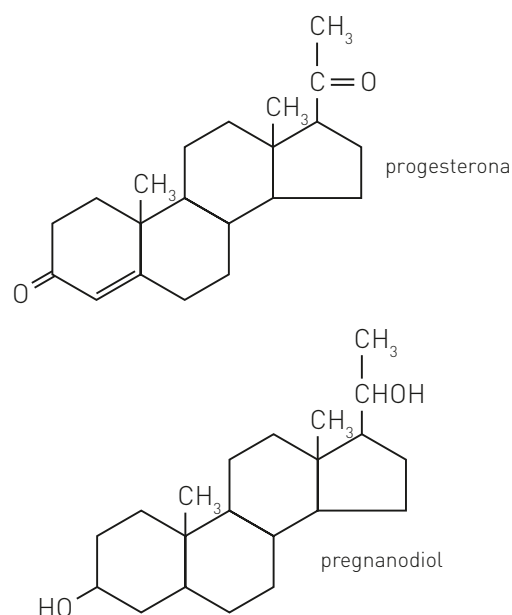
Se a progesterona for ingerida do 5º ao 25º dia do ciclo menstrual, impede a ovulação. Por esse motivo, ela e outros hormônios (esteroides) sintéticos semelhantes são usados como método contraceptivo: as pílulas anticoncepcionais.

Os anticoncepcionais orais “enganam” o organismo, que se comporta como se estivesse secretando progesterona, o que impede a ovulação e, conseqüentemente, a fertilização.

As pílulas anticoncepcionais são quase 100% efetivas como contraceptivos, porém seu uso deve ser indicado e controlado por um médico, pois podem apresentar efeitos colaterais, como hipertensão, hemorragias anormais, acne e aumento no risco de formação de coágulos no sangue.

Para mulheres acima de 40 anos de idade e mulheres que fumam, recomenda-se o uso de outros métodos para evitar a gravidez, pois o risco do uso da pílula anticoncepcional, nesses casos, é ainda maior: pode levar ao câncer de endométrio, entre outros riscos.

Fontes: <<http://portalsaude.saude.gov.br>>; <www.unifesp.br>. Acesso em: 8 ago. 2018.



// A progesterona é excretada como pregnanediol, detectável na urina.

Responda

Dados: massas atômicas: H = 1, C = 12, O = 16.

1. Indique o número de ligações sigma (σ) e pi (π) que existem em uma molécula de progesterona.
2. Classifique a cadeia da progesterona:
 - a) saturada — insaturada
 - b) homocíclica — heterocíclica
 - c) aromática — não aromática (alíclica)
3. Quantos carbonos primários, secundários, terciários e quaternários existem em uma molécula de progesterona?
4. Indique as fórmulas moleculares da progesterona e do pregnanodiol.
5. Indique os grupos funcionais presentes na progesterona e no pregnanodiol.
6. Calcule o teor de carbono na progesterona.
7. Escreva em seu caderno a equação de combustão completa do pregnanodiol.
8. Qual a massa de progesterona que deveria sofrer combustão completa para produzir 92,2 g de gás carbônico?
9. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais e o nome de cinco compostos de menor massa molar de funções diferentes que apresentam os mesmos elementos químicos que a progesterona.
10. Entre a progesterona e o pregnanodiol, qual é mais solúvel em água?
11. Leia com seus colegas este trecho de uma reportagem:

Junto com a pílula, use sempre camisinha, que é a dupla proteção contra gravidez e doenças sexualmente transmissíveis (DST) recomendada pelo Ministério da Saúde. Sozinho, o comprimido não protege contra DSTs.

Fonte: <<http://g1.globo.com/bemestar/noticia/2011/07/pilula-deve-ser-tomada-no-mesmo-horario-e-nao-protege-contradst.html>>. Acesso em: 8 ago. 2018.

O que vocês já sabem sobre prevenção de DSTs? Pesquisem sobre o assunto em livros de Biologia e na internet. Depois, discutam em classe as informações obtidas.

Sinopse das funções orgânicas

UNIDADE

4

Os perfumes, produtos valorizados em nossa sociedade, são compostos de várias substâncias e podem ter diferentes fragrâncias de acordo com os óleos essenciais que os compõem. Esses óleos pertencem a funções químicas variadas, que determinam as características sensoriais e físico-químicas dos perfumes, como seu tempo de fixação.

Você consegue explicar por que, em dias quentes, o odor do perfume desaparece mais rapidamente?

vandame/shutterstock

NESTA UNIDADE VAMOS ESTUDAR:

- Compostos de função mista.
- Reconhecimento de grupos funcionais.

Compostos de função mista

A maioria dos compostos orgânicos existentes no organismo humano ou utilizados em indústrias de alimentos, tintas, tecidos, plásticos, remédios, papel, etc. apresenta em sua estrutura mais de um grupo funcional. Esses compostos são denominados compostos de função mista.

Assim como para os compostos orgânicos que possuem apenas uma função, a nomenclatura dos compostos de função mista deve seguir algumas regras estabelecidas pela IUPAC.

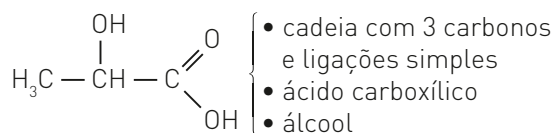
Nomenclatura de compostos de função mista

Nesse tipo de composto, somente uma das funções presentes será considerada função principal e somente o sufixo que a caracteriza fará parte do nome. Todas as demais funções serão indicadas por prefixos.

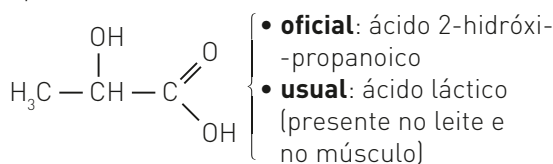
A escolha da função que será considerada principal deve ser feita seguindo a ordem de prioridade.

Veja alguns exemplos:

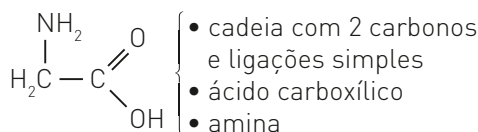
1º exemplo



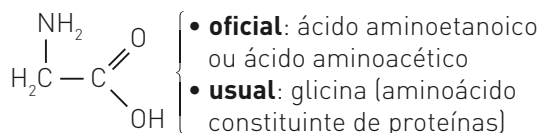
Nesse composto, a função principal é o ácido carboxílico; logo, seu sufixo será **-oico**; a função secundária é o álcool, que será indicada pelo prefixo **hidróxi-**. Então, temos:



2º exemplo



Nesse composto, a função principal é o ácido carboxílico; logo, seu sufixo será **-oico**; a função secundária é a amina, que será indicada pelo prefixo **amino-**. Então, temos:

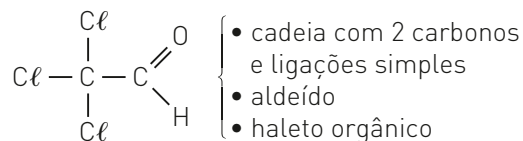


prioridade crescente

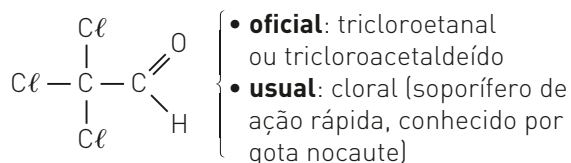
Funções	Prefixo*
ácido carboxílico $\text{—C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix}$	—
aldeído $\text{—C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{matrix}$	oxo- ou formil-
cetona $\text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—}$	oxo-
amina —NH_2	amino-
álcool $\text{C}_{\text{sat}}\text{—OH}$	hidróxi-
haleto orgânico —X	fluor-, cloro-, bromo-, iodo-

* Quando a função não for a principal.

3º exemplo

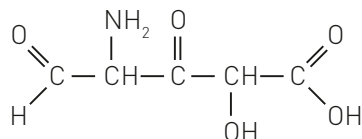


Nesse composto, a função principal é o aldeído; logo, seu sufixo será **-al**; a função secundária é o haleto, com três átomos de cloro. Então, temos:



Exercício resolvido

Considere o seguinte composto hipotético:



Qual é o nome dele?

Solução

- Função principal: ácido carboxílico = pentanoico
- Funções secundárias: aldeído = 5-oxo;
cetona = 3-oxo;
amina = 4-amino;
álcool = 2-hidróxi.

Portanto, seu nome, em ordem alfabética, é: ácido 4-amino-2-hidróxi-3,5-dioxopentanoico.

Fundamentando seus conhecimentos

1. Dê a fórmula estrutural dos seguintes compostos:
 - a) ácido 2-aminopropanoico (alanina);
 - b) ácido 3-oxopentanoico;
 - c) ácido 2-hidroxibutanoico;
 - d) 2-aminobutanal;
 - e) 5-hidroxipentanal;
 - f) 1-hidroxipentan-2-ona;
 - g) 3-clorociclo-hexanona;
 - h) ácido 4-amino-3-bromo-2-hidroxipentanoico;
 - i) 3-bromobutan-1-ol;
 - j) 4-amino-3-oxobutanal.

2. (UFU-MG) A serina é uma das moléculas constituintes dos fios da seda, que forma o casulo do

bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.). Sua fórmula é: $\text{HOCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$.

Com base nas informações apresentadas, é correto afirmar que o nome oficial (IUPAC) da serina é:

- ☒ a) ácido 2-amino-3-hidroxipentanoico.
- ☐ b) 3-hidroxipropanamida.
- ☐ c) 2-amino-2-carboxietanol.
- ☐ d) 1-carbóxi-2-hidroxietanamida.

3. (Udesc-SC) Muitas substâncias químicas podem ser extraídas da natureza por diversos métodos. No quadro a seguir, temos uma coluna em que aparecem produtos naturais, e, em outra, as substâncias que podem ser extraídas desses produtos.

Produto natural	Substância obtida
leite	ácido 2-hidroxipropanoico
manteiga	ácido butanoico
urina	metadiamida
formiga	ácido metanoico

Assinale a alternativa que contém as estruturas corretas das substâncias acima, na sequência apresentada.

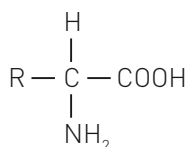
- a) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—COOH}$; $\text{O}=\text{C}(\text{NH}_2)_2$; H—COOH ;
 $\text{CH}_3\text{—CHOH—COOH}$
b) $\text{CH}_3\text{—CHOH—COOH}$; $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—COOH}$;
 H—COOH ; $\text{O}=\text{C}(\text{NH}_2)_2$
c) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—COOH}$; $\text{CH}_3\text{—CHOH—COOH}$;
 $\text{O}=\text{C}(\text{NH}_2)_2$; H—COOH
d) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—COOH}$; $\text{CH}_3\text{—CHOH—COOH}$;
 H=COOH ; $\text{O}=\text{C}(\text{NH}_2)_2$
x e) $\text{CH}_3\text{—CHOH—COOH}$; $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—COOH}$;
 $\text{O}=\text{C}(\text{NH}_2)_2$; H—COOH

4. (UFP-RS)

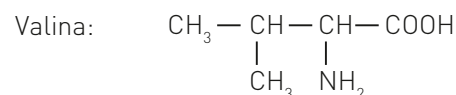
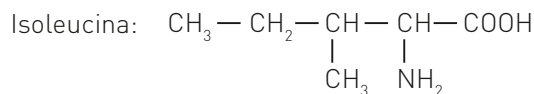
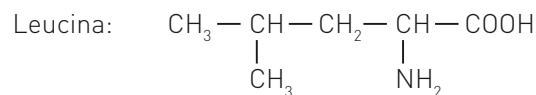
Conteúdo de aminoácidos essenciais no leite de vaca	
Aminoácidos	g/g de proteína
lisina	8,22
treonina	3,97
valina	5,29
isoleucina	4,50
leucina	8,84
tirosina	4,44
fenilalanina	4,25

Quantidades menores dos aminoácidos triptofano e metionina foram detectadas no leite. Os aminoácidos constituintes das proteínas apresentam características estruturais semelhantes, diferindo quanto à estrutura do substituinte (R), conforme exemplificado abaixo:

Estrutura geral de um aminoácido:



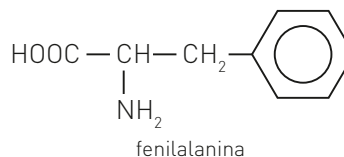
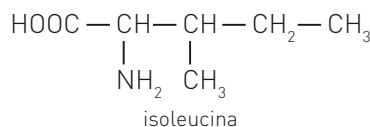
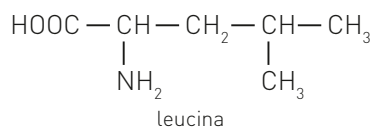
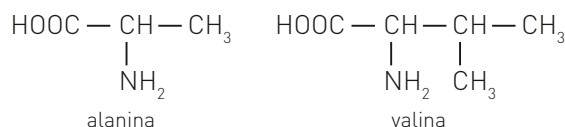
Dos aminoácidos essenciais, presentes na proteína do leite, podemos citar as seguintes estruturas:



A nomenclatura oficial, segundo as regras da IUPAC, que pode substituir o nome comum do aminoácido de maior concentração na proteína do leite, corresponde a:

- a) ácido 3-metil-2-aminobutanoico.
x b) ácido 4-metil-2-aminopentanoico.
c) ácido 3-metil-2-aminopentanoico.
d) 4-metil-2-aminopentanal.
e) 3-metil-2-amino-butanol.

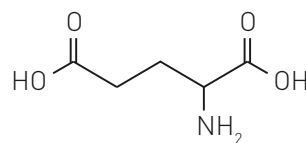
5. (UFPB) As proteínas são macromoléculas com massas moleculares que vão de 5000 a alguns milhões de unidades de massa atômica, sendo essas proteínas constituídas por monômeros, que são os aminoácidos. Nesse sentido, considere os aminoácidos a seguir.



Com relação aos aminoácidos alanina, valina, leucina, isoleucina e fenilalanina, é correto afirmar:

- a) Todos possuem cadeia acíclica, saturada, normal e homogênea.
- b) Todos possuem cadeia acíclica, saturada, ramificada e homogênea.
- c) Todos possuem um grupo amino e um grupo carbonila, ligados ao mesmo átomo de carbono.
- x d) Os radicais ligados ao carbono 2 são, respectivamente, metil, isopropil, isobutil, sec-butil e benzil.
- e) O nome oficial da leucina é ácido 2-amino-3-isopropil-propanoico.
6. (UEPI) O ácido glutâmico é um dos aminoácidos codificados pelo código genético, sendo, portanto, um dos componentes das proteínas dos seres

vivos. É um aminoácido não essencial. Sabendo que sua fórmula estrutural é:



assinale a alternativa que apresenta o nome do ácido glutâmico de acordo com a nomenclatura IUPAC.

- x a) ácido 2-aminopentanodioico.
- b) ácido 4-aminopentanodioico.
- c) ácido 2-aminopropanodioico.
- d) ácido 4-aminopropanoico.
- e) 2-aminoácido propanoico.

Reconhecimento de funções orgânicas em compostos de função mista

É importante identificar os grupos funcionais presentes nos compostos de função mista para que se possa entender seu comportamento físico-químico.

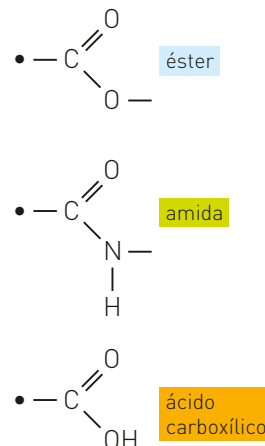
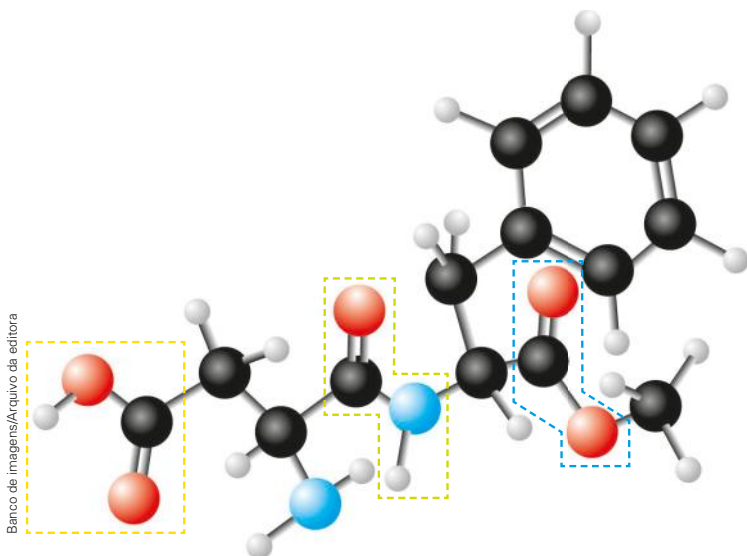
Veja a seguir alguns desses compostos, mas considere que não é necessário memorizar seus nomes nem suas estruturas.

Aspartame

O primeiro adoçante sintético foi a sacarina (1878) e o segundo foi o ciclamato de sódio (1937). Ainda hoje não se tem segurança quanto a possíveis efeitos do uso prolongado e intenso desses dois adoçantes artificiais, chamados edulcorantes.

O edulcorante mais usado atualmente é o aspartame, descoberto em 1965. Existe um consenso entre grande número de comitês internacionais sobre a segurança do seu uso.

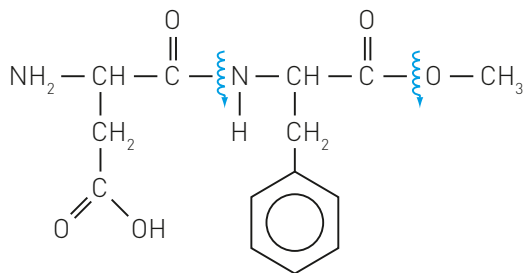
O aspartame tem a seguinte fórmula estrutural:



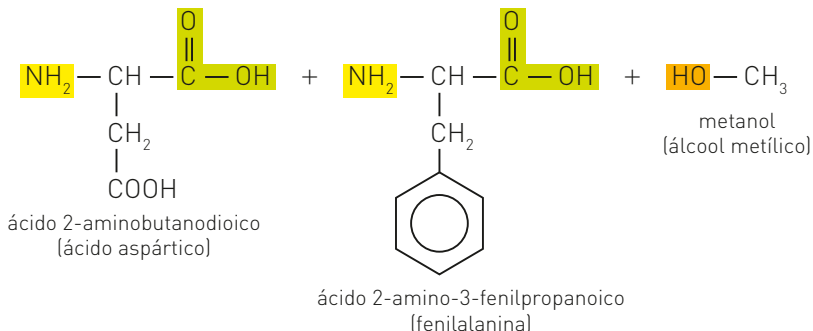


Rita Barreto/Fotoarena

Observe a hidrólise da molécula do aspartame:



Nessa hidrólise são originadas três substâncias:



Funções presentes:

- ácido carboxílico
- amina
- ácido carboxílico
- amina
- álcool

Vitamina C

A vitamina C é encontrada em todas as frutas cítricas, e a acerola é a que apresenta o maior teor.

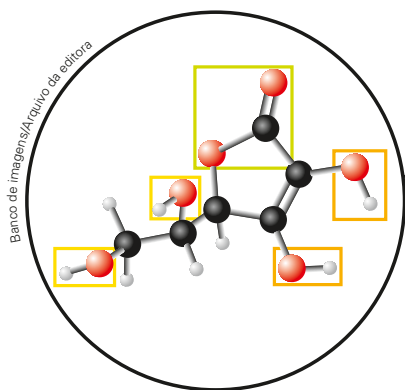
Essa vitamina age sobretudo como antioxidante, ou seja, ela se oxida para evitar que outras substâncias sejam oxidadas; também atua no metabolismo do colesterol e de aminoácidos, assim como na síntese de alguns hormônios.

A forma mais comum de obtermos a vitamina C é pelo suco de laranja. Porém, ao ser preparado, deve ser consumido o mais rápido possível, pois essa vitamina sofre oxidação e perde sua ação em pouco tempo.

A deficiência de vitamina C pode causar o escorbuto, doença caracterizada por gengivas inflamadas, amolecimento dos dentes, hemorragias, dores nas juntas, anorexia e alterações mentais, como a depressão.

Funções presentes:

- —C—OH álcool
- —C(=O)—O— éster
- =C—OH enol



Banco de Imagens/Arquivo da editora

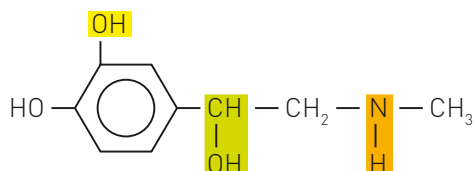
// A laranja é um alimento rico em vitamina C.



Thinkstock/Getty Images

Adrenalina

Essa substância é secretada em nosso organismo em momentos de tensão, medo e pânico e tem a capacidade de aumentar a pressão sanguínea, a contração cardíaca e a pulsação.



- fenol
- álcool
- amina

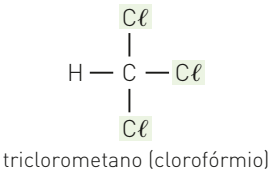
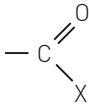
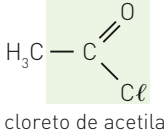
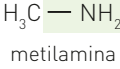
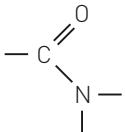
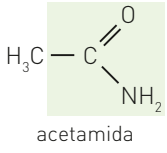
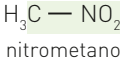
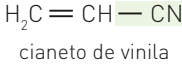
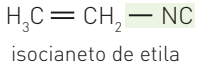
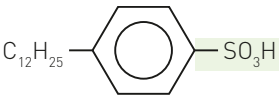
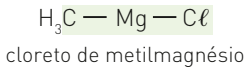
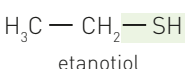


Joel Kiese/Iconica/Getty Images

// A adrenalina é liberada em momentos de forte emoção, como em um salto de paraquedas.

O quadro a seguir traz um resumo dos principais grupos funcionais que formam os compostos orgânicos.

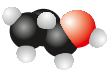
Nome da função	Característica de identificação	Composto típico	Uso ou característica
hidrocarboneto	somente C e H	CH_4 metano	combustível, componente do biogás
álcool	$\begin{array}{c} \\ -\text{C}-\text{OH} \\ \end{array}$ C saturado	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$ etanol	combustível, bebidas alcoólicas
enol	$\begin{array}{c} \\ =\text{C}-\text{OH} \end{array}$ C insaturado não aromático	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ (\text{H}_2\text{C}=\text{C}-\text{OH}) \end{array}$ etenol	alguns enóis de massa molar elevada têm caráter ácido
fenol	$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}-\text{OH} \\ \diagdown \end{array}$ C aromático	 hidroxibenzeno (fenol comum)	fungicida, bactericida
aldeído	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C} \\ \\ \text{H} \end{array}$ C primário	 metanal (formaldeído)	conservante
cetona	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C}- \end{array}$ C secundário	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$ propanona (acetona)	solvente
ácido carboxílico	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$ ácido etanoico (acético)	componente do vinagre
éster orgânico	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C} \\ \\ \text{O}- \end{array}$	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ acetato de etila	essência de maçã
éter	$-\text{O}-$	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ etoxietano (éter etílico)	anestésico local

Nome da função	Característica de identificação	Composto típico	Uso ou característica
haleto orgânico	—X $\text{X} = \text{F}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$	 triclorometano (clorofórmio)	anestésico
haleto de acila	 $\text{X} = \text{F}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$	 cloreto de acetila	produção de ácidos carboxílicos e amidas
amina	—NH_2 = primária —NH— = secundária —N— = terciária	 metilamina	cheiro de peixe
amida		 acetamida	matéria-prima para produção de plásticos
nitrocompostos	C—NO_2	 nitrometano	propelente
nitrila	—CN	 cianeto de vinila	fabricação de fibras do tipo lã
isonitrila	—NC	 isocianeto de etila	matéria-prima para produção de pesticidas (altamente tóxicos)
ácido sulfônico	$\text{—SO}_3\text{H}$	 ácido paradodecilbenzeno-sulfônico	matéria-prima para produção de detergente
composto de Grignard	R—Mg—X $\text{X} = \text{F}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$	 cloreto de metilmagnésio	síntese orgânica
tiocompostos	$\xrightarrow[\text{+S}]{\text{-O}}$ substituição de 1 oxigênio por 1 enxofre	 etanotiol	cheiro extremamente desagradável

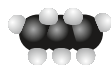
Fundamentando seus conhecimentos

1. Escreva em seu caderno o nome do grupo funcional presente em cada estrutura.

I.



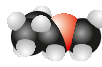
II.



III.



IV.



V.



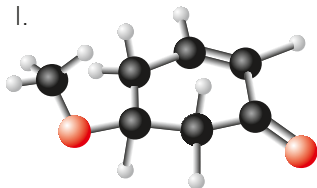
VI.



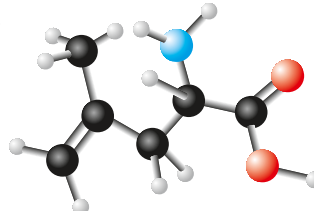
Banco de imagens/
Arquivo da editora

2. Identifique as funções presentes em cada estrutura.

I.

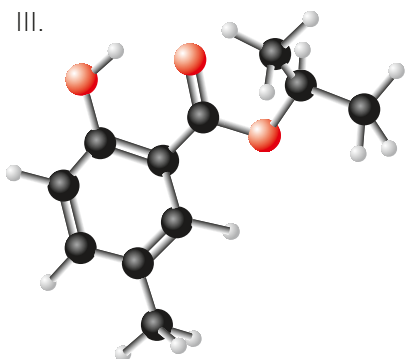


II.

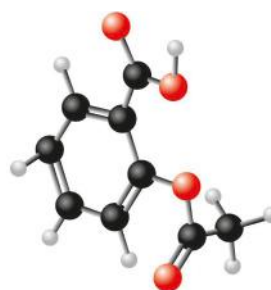


Ilustrações: Banco de
imagens/Arquivo da editora

III.



IV.

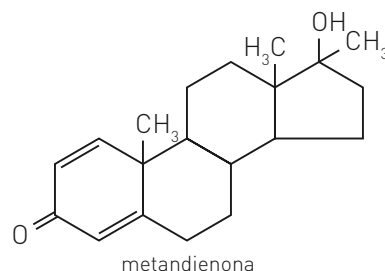
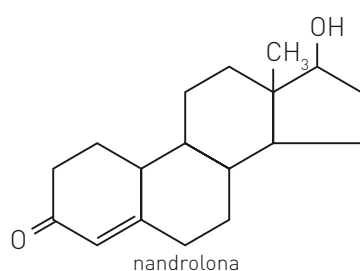
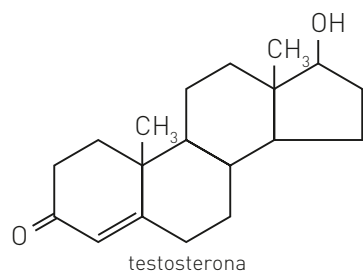


3. As vitaminas são substâncias indispensáveis para o nosso organismo, que sintetiza algumas delas, mas em quantidades inferiores às necessárias. Essa deficiência é suprida na alimentação. Vamos considerar duas vitaminas:

Vitamina	A	Estrutura: $ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \quad \quad \quad \diagdown \quad \diagup \quad \quad \quad \diagdown \quad \diagup \\ \text{H}_3\text{C} - \text{C} = \text{C} - \text{CH} = \text{CH} - \text{C} = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - \text{C} = \text{CH} - \text{CH}_2\text{OH} \\ \diagup \quad \diagdown \quad \quad \quad \diagup \quad \diagdown \quad \quad \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_2 \quad \quad \quad \text{C} - \text{CH}_3 \end{array} $	
		Fontes: peixe, fígado, ovos, manteiga, queijo, cenoura.	Anomalia causada pela falta: cegueira noturna.
Vitamina	E	Estrutura: $ \begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} = \text{C} - \text{C} - \text{O} - \text{C} - (\text{CH}_2)_3 - \text{CH} - (\text{CH}_2)_3 - \text{CH} - (\text{CH}_2)_3 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{HO} - \text{C} = \text{C} - \text{C} - \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $	
		Fontes: gérmen de trigo, carne, ovos, vegetais verdes.	Anomalia causada pela falta: esterilidade, disfunção muscular.

Identifique as funções presentes nessas vitaminas.

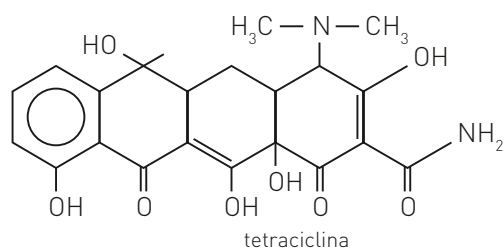
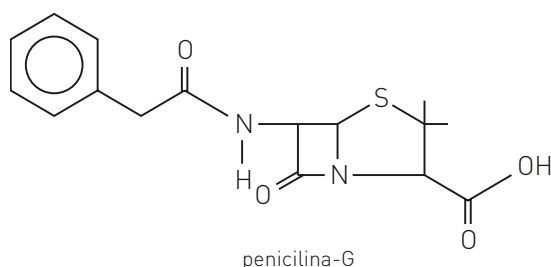
4. Alguns dos efeitos fisiológicos da testosterona podem ser aumentados pelo uso de alguns de seus derivados sintéticos: os anabolizantes.



Essas substâncias provocam aumento da massa muscular e diminuição da gordura. Seu uso indiscriminado, porém, pode provocar efeitos colaterais sérios, como hipertensão, edemas, distúrbios do sono e acne. Seu uso prolongado leva a danos irreversíveis do fígado e à diminuição na produção do esperma.

Indique as funções comuns nos três compostos.

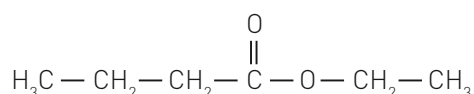
5. Dois antibióticos muito conhecidos são a penicilina-G e a tetraciclina. Suas estruturas podem ser representadas por:



Indique os grupos funcionais presentes nesses antibióticos.

Desenvolvendo seus conhecimentos

1. O odor e o gosto de abacaxi são devidos à presença do butanoato de etila.

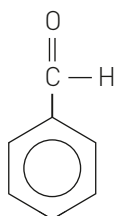


Qual o grupo funcional presente no butanoato de etila?

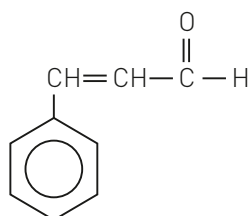


2. Identifique as funções presentes em cada composto e apresente o respectivo nome oficial (segundo regras da IUPAC).

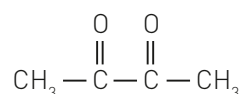
a)



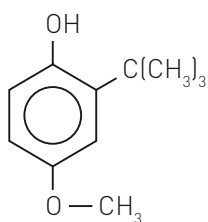
b)



c)

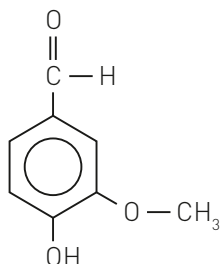


3. A estrutura representada abaixo é de um antioxidante utilizado como conservante de manteiga, bolos, gomas e carnes.



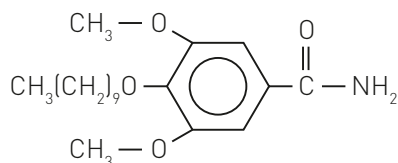
Indique quais funções estão presentes nesse antioxidante e dê seu nome oficial.

4. A substância presente no extrato de vanila é utilizada como flavorizante em indústrias alimentícias.



Quais funções estão presentes na estrutura?

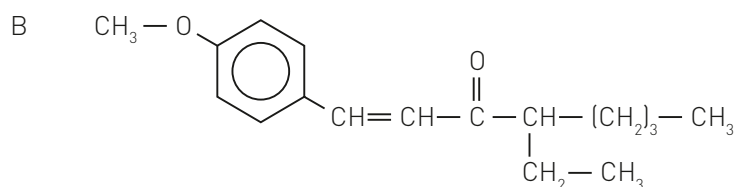
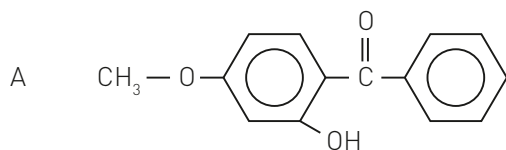
- ## 5. A substância



é utilizada como um anticonvulsivante, isto é, medicamento utilizado para evitar convulsões.

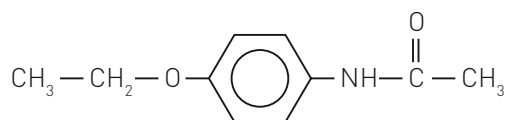
Indique as funções presentes na estrutura.

6. Os protetores solares contêm compostos que absorvem raios UV. As estruturas A e B a seguir apresentam a propriedade de absorver UV.



Indique as funções presentes em A e B.

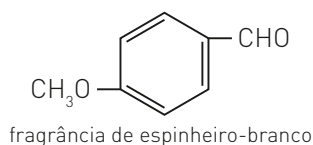
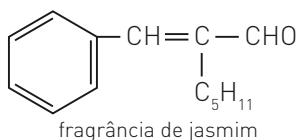
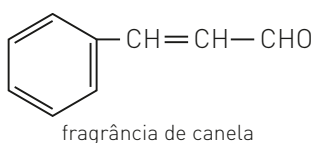
7. A fenacetina é um medicamento utilizado para reduzir a febre.



Thinkstock/Getty Images

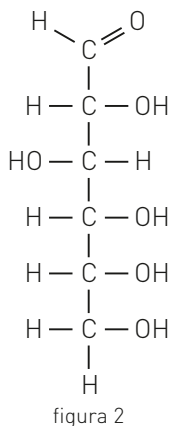
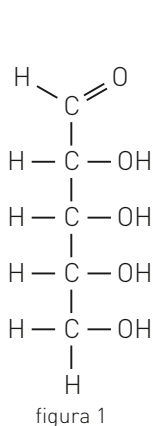
Indique as funções presentes na fenacetina.

8. (Uerj) As fragrâncias características dos perfumes são obtidas a partir de óleos essenciais. Observe as estruturas químicas de três substâncias comumente empregadas na produção de perfumes:



O grupo funcional comum às três substâncias corresponde à seguinte função orgânica:

- a) éter. c) cetona.
b) álcool. **x d) aldeído.**
9. (UFMA) Analise as figuras 1 e 2.



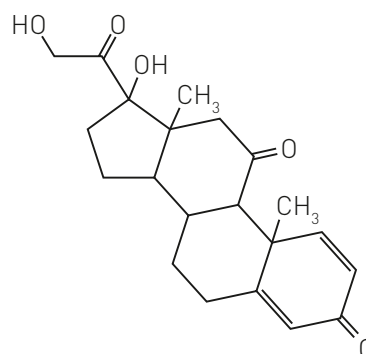
Os dois açúcares majoritários nos seres vivos são a ribose (figura 1) e a glicose (figura 2). A ribose é o açúcar constituinte dos ácidos nucleicos. Já a glicose, com seus polímeros e derivados, serve de base estrutural para diversos organismos.

Nas fórmulas estruturais planas desses açúcares se identificam, respectivamente, as funções

- a) álcool e éter.
b) éter e aldeído.
c) álcool e cetona.
d) cetona e aldeído.

x e) álcool e aldeído.

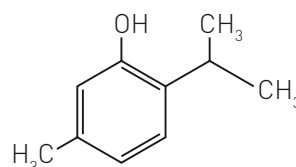
10. (PUC-MG) A Prednisona é um anti-inflamatório indicado para o tratamento de doenças endócrinas, respiratórias, dentre outras. Sua estrutura está representada abaixo.



É uma função orgânica presente na estrutura da Prednisona:

- a) Éster.
b) Aldeído.
x c) Cetona.
d) Fenol.

11. (Uece) Na composição dos enxaguantes bucais existe um antisséptico para matar as bactérias que causam o mau hálito. Um dos mais usados possui a seguinte estrutura:



Esse composto é identificado com a função química dos:

- x a) fenóis.**
b) álcoois.
c) ácidos carboxílicos.
d) aromáticos polinucleares.

12. (FMP-SC)

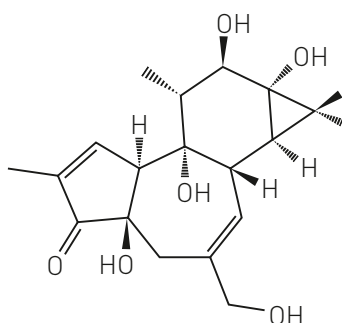
Árvore da morte

Esse é um dos seus nomes conhecidos, usado por quem convive com ela. Seus frutos, muito parecidos com maçãs, são cheirosos, doces e saborosos. Também é conhecida como Mancenilheira da Areia – mas “árvore da morte” é o apelido que melhor escreve a realidade.

Sua seiva leitosa contém forbol, um componente químico perigoso e só de encostar-se à árvore, a pele pode ficar horrivelmente queimada. Refugiar-se debaixo dos seus galhos durante uma chuva tropical também pode ser desastroso, porque até a seiva diluída pode causar uma erupção cutânea grave.

Disponível em: <<http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2016/06/a-arvore-da-morte-a-mais-perigosa-do-mundo-segundo-o-livro-dos-recordes.html>>. Adaptado. Acesso em: 18 jul. 2016.

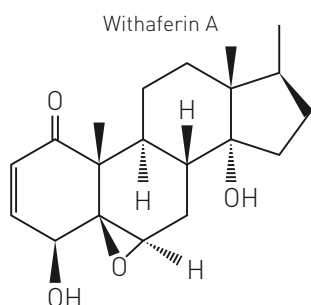
Considere a fórmula estrutural do forbol representada abaixo.



Uma das funções orgânicas e o nome de um dos grupamentos funcionais presentes em sua molécula são, respectivamente:

- a) fenol e carbonila. d) álcool e carboxila.
b) cetona e carboxila. **x** e) álcool e carbonila.
c) aldeído e hidroxila.

13. (UFRGS-RS) Um trabalho publicado na *Nature Medicine*, em 2016, mostrou que Withaferin A, um componente do extrato da planta *Withania somnifera* (cereja de inverno), reduziu o peso, entre 20 a 25%, em ratos obesos alimentados em dieta de alto teor de gorduras.

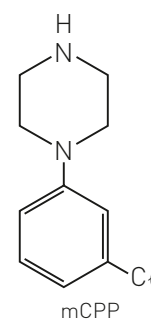
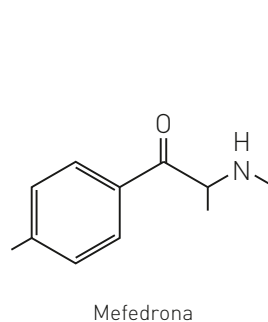
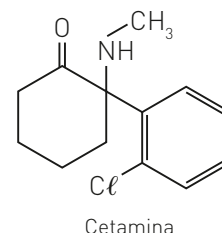
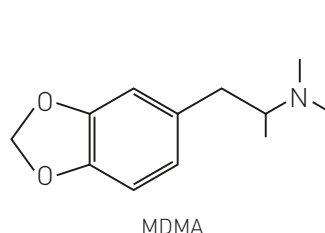


Entre as funções orgânicas presentes na Withaferin A, estão:

- a) ácido carboxílico e cetona.
b) aldeído e éter.
x c) cetona e hidroxila alcoólica.
d) cetona e éster.
e) éster e hidroxila fenólica.

14. (UEL-PR) Estimulantes do grupo da anfetamina (ATS, *amphetamine-type stimulants*) são consumidos em todo o mundo como droga recreativa. Dessa classe, o MDMA, conhecido como ecstasy, é o segundo alucinógeno mais usado no Brasil. Em alguns casos, outras substâncias, como cetamina, mefedrona, mCPP, são comercializadas como ecstasy. Assim, um dos desafios da perícia policial é não apenas confirmar a presença de MDMA nas amostras apreendidas, mas também identificar sua composição, que pode incluir novas drogas ainda não classificadas.

As fórmulas estruturais das drogas citadas são apresentadas a seguir.



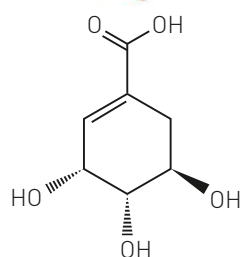
Sobre as funções orgânicas nessas moléculas, assinale a alternativa correta.

- a) Em todas as moléculas, existe a função amida.
b) Na molécula MDMA, existe a função éster.
x c) Na molécula cetamina, existe a função cetona.
d) Na molécula mefedrona, existe a função aldeído.
e) Na molécula mCPP, existe a função amida ligada ao grupo benzílico.

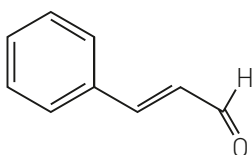
15. (Ifsul-RS) Especiarias, como anis-estrelado, canela e cravo-da-índia, são deliciosas, sendo comumente utilizadas na gastronomia, devido aos

seus deliciosos aromas. Também são utilizadas na fabricação de doces, como chicletes, balas e bolachas, na perfumaria e na aromatização de ambientes. Abaixo, temos as fórmulas estruturais de três compostos orgânicos, presentes no aroma dessas especiarias.

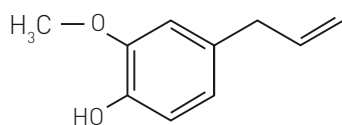
Anis-estrelado



Canela



Cravo-da-índia



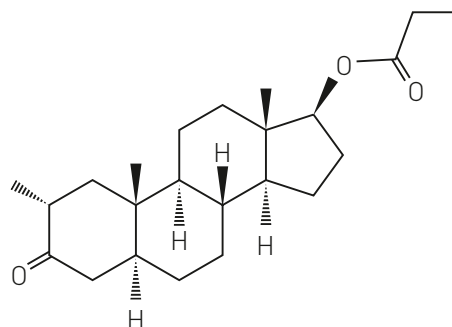
Esses compostos apresentam em suas fórmulas estruturais os grupos funcionais:

- a) álcool, cetona e fenol.
 - ☒ b) aldeído, álcool, éter e fenol.
 - c) aldeído, álcool, cetona e éter.
 - d) álcool, ácido carboxílico, éster e fenol.
16. (FMP-SC) Considere o texto abaixo para responder à questão a seguir.

“Anderson Silva ainda não deu sua versão sobre ter sido flagrado no exame antidoping, conforme divulgado na noite de terça-feira. O fato é que a drostanolona, substância encontrada em seu organismo, serve para aumentar a potência muscular – e traz uma série de problemas a curto e longo prazos.”

Disponível em: <<http://sportv.globo.com/site/combate/noticia/2015/02/medica-explica-substancia-em-exame-de-anderson-silva-drostanolona.html>>. Acesso em: 16 abr. 2015.

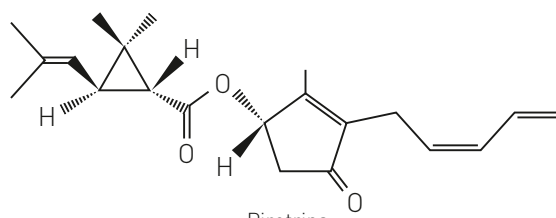
O Propionato de Drostanolona é um esteroide, também conhecido pelo nome comercial Masteron, preferido entre os fisiculturistas, por apresentar uma série de vantagens sobre outras drogas sintéticas. Sua fórmula estrutural é:



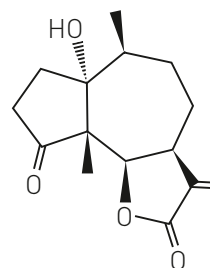
e apresenta as seguintes funções orgânicas:

- a) aldeído e ácido carboxílico.
- b) aldeído e éter.
- c) éter e cetona.
- d) éster e fenol.
- ☒ e) éster e cetona.

17. (Enem) A produção mundial de alimentos poderia se reduzir a 40% da atual sem aplicação de controle sobre as pragas agrícolas. Por outro lado, o uso frequente dos agrotóxicos pode causar contaminação em solos, águas superficiais e subterrâneas, atmosfera e alimentos. Os biopesticidas, tais como a piretrina e coronopilina, têm sido uma alternativa na diminuição dos prejuízos econômicos, sociais e ambientais gerados pelos agrotóxicos.



Piretrina

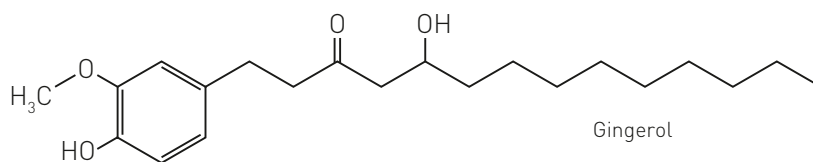


Coronopilina

Identifique as funções orgânicas presentes simultaneamente nas estruturas dos dois biopesticidas apresentados:

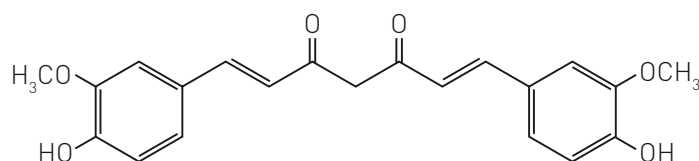
- a) Éter e éster.
- ☒ b) Cetona e éster.
- c) Álcool e cetona.
- d) Aldeído e cetona.
- e) Éter e ácido carboxílico.

18. (UFJF/Pism-MG) O gengibre é uma planta herbácea originária da Ilha de Java, da Índia e da China, e é utilizado mundialmente na culinária para o preparo de pratos doces e salgados. Seu caule subterrâneo possui sabor picante, que se deve ao gingerol, cuja fórmula estrutural é apresentada a seguir:

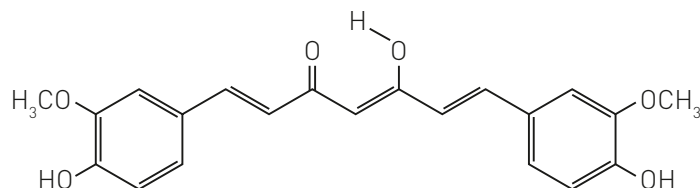


Quais funções orgânicas estão presentes na estrutura do gingerol?

- a) Éster, aldeído, álcool, ácido carboxílico.
 - b) Éster, cetona, fenol, ácido carboxílico.
 - c) Éter, aldeído, fenol, ácido carboxílico.
 - d) Éter, cetona, álcool, aldeído.
 - ☒ e) Éter, cetona, fenol, álcool.
19. (FSM/MED-RS)
- A curcumina é um composto natural abundante no rizoma da erva perene cúrcuma (*Curcuma longa* Linnaeus). Na Índia, essa erva é utilizada na culinária como corante e também na medicina por ter ação anti-inflamatória, anticarcinogênica e anti-infecciosa.
- (Quím. Nova, vol. 37, 2014. Adaptado.)
- a) Circule e identifique, na estrutura da curcumina a seguir, os grupos característicos das três funções orgânicas presentes nesse composto.



- b) Escreva a fórmula molecular da curcumina.
20. (Enem)
- A curcumina, substância encontrada no pó-amarelo-alaranjado extraído da raiz da cúrcuma ou açafrão-da-índia (*Curcuma longa*), aparentemente, pode ajudar a combater vários tipos de câncer, o mal de Alzheimer e até mesmo retardar o envelhecimento. Usada há quatro milênios por algumas culturas orientais, apenas nos últimos anos passou a ser investigada pela ciência ocidental.



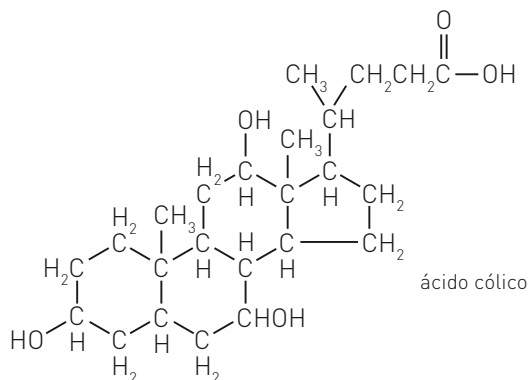
ANTUNES, M. G. L. Neurotoxicidade induzida pelo quimioterápico cisplatina: possíveis efeitos citoprotetores dos antioxidantes da dieta curcumina e coenzima Q10. *Pesquisa FAPESP*. São Paulo, n. 168, fev. 2010 (adaptado).

Na estrutura da curcumina, identificam-se grupos característicos das funções:

- a) éter e álcool.
- ☒ b) éter e fenol.
- c) éster e fenol.
- d) aldeído e enol.
- e) aldeído e éster.

21. (Enem)

A bile é produzida pelo fígado, armazenada na vesícula biliar e tem papel fundamental na digestão de lipídeos. Os sais biliares são esteroides sintetizados no fígado a partir do colesterol, e sua rota de síntese envolve várias etapas. Partindo do ácido cólico representado na figura, ocorre a formação dos ácidos glicocólico e taurocólico; o prefixo glico- significa a presença de um resíduo do aminoácido glicina e o prefixo tauro-, do aminoácido taurina.



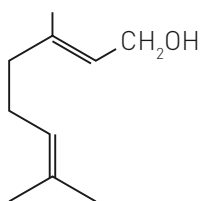
UCKO, D. A. Química para as Ciências da Saúde: uma Introdução à Química Geral, Orgânica e Biológica. São Paulo: Manole, 1992 (adaptado).

A combinação entre o ácido cólico e a glicina ou taurina origina a função amida, formada pela reação entre o grupo amina desses aminoácidos e o grupo

- ☒ a) carboxila do ácido cólico.
- b) aldeído do ácido cólico.
- c) hidroxila do ácido cólico.
- d) cetona do ácido cólico.
- e) éster do ácido cólico.

22. (Enem)

Uma forma de organização de um sistema biológico é a presença de sinais diversos utilizados pelos indivíduos para se comunicarem. No caso das abelhas da espécie *Apis mellifera*, os sinais utilizados podem ser feromônios. Para saírem e voltarem de suas colmeias, usam um feromônio que indica a trilha percorrida por elas (Composto A). Quando pressentem o perigo, expelem um feromônio de alarme (Composto B), que serve de sinal para um combate coletivo. O que diferencia cada um desses sinais utilizados pelas abelhas são as estruturas e funções orgânicas dos feromônios.

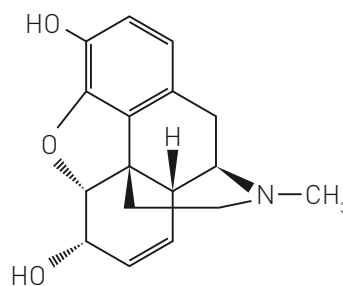
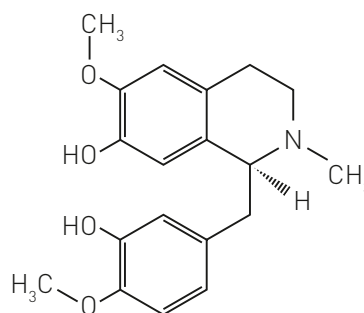


QUADROS, A. L. Os feromônios e o ensino de química. *Química Nova na Escola*, n. 7, maio 1998 (adaptado).

As funções orgânicas que caracterizam os feromônios de trilha e de alarme são, respectivamente:

- ☒ a) álcool e éster.
- b) aldeído e cetona.
- c) éter e hidrocarboneto.
- d) enol e ácido carboxílico.
- e) ácido carboxílico e amida.

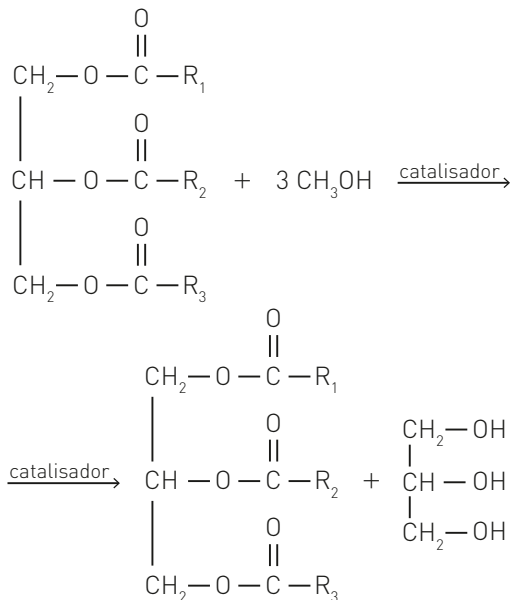
23. (UFRGS-RS) Reproduzir artificialmente todo o percurso químico de produção da morfina que acontece nas papoulas é um grande desafio. Em 2015, através da modificação genética do fermento, cientistas conseguiram transformar açúcar em reticulina, cuja transformação em morfina, usando fermentos modificados, já era conhecida.



Considere as afirmações abaixo, sobre a reticulina e a morfina.

- I. Ambas apresentam as funções éter e hidroxila fenólica.
 - II. Ambas apresentam uma amina terciária.
 - III. Ambas apresentam dois anéis aromáticos.
- Quais estão corretas?
- ☒ a) Apenas I.
 - b) Apenas III.
 - ☒ c) Apenas I e II.
 - d) Apenas II e III.
 - e) I, II e III.

24. (Enem) O biodiesel é um biocombustível obtido a partir de fontes renováveis, que surgiu como alternativa ao uso do diesel de petróleo para motores de combustão interna. Ele pode ser obtido pela reação entre triglicerídeos, presentes em óleos vegetais e gorduras animais, entre outros, e álcoois de baixa massa molar, como o metanol ou etanol, na presença de um catalisador, de acordo com a equação química:



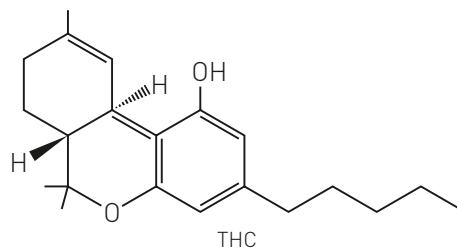
A função química presente no produto que representa o biodiesel é:

- a) éter. d) cetona.
 x b) éster. e) ácido carboxílico.
 c) álcool.

25. (FCMSC-SP)

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) divulgou em 16.05.17 a inclusão da *Cannabis sativa* L., nome científico da maconha, em sua relação de plantas medicinais. O tetraidrocannabinol (THC), um dos principais componentes da *Cannabis*, é o responsável pelas propriedades medicinais.

(<http://agenciabrasil.ebc.com.br>. Adaptado.)

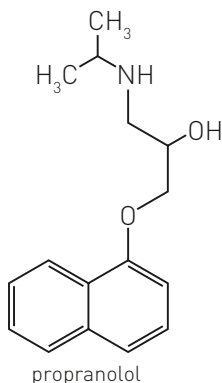


As funções orgânicas presentes na estrutura do THC são:

- a) éster e fenol. d) fenol e álcool.
 x b) éter e fenol. e) éter e álcool.
 c) éster e álcool.

Desafiando seus conhecimentos

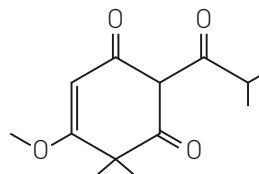
1. (Vunesp-SP) Em todos os jogos olímpicos há sempre uma grande preocupação do Comitê Olímpico em relação ao *doping*. Entre as classes de substâncias dopantes, os betabloqueadores atuam no organismo como diminuidores dos batimentos cardíacos e como antiangiolíticos. O propranolol foi um dos primeiros betabloqueadores de sucesso desenvolvidos e é uma substância proibida em jogos olímpicos.



A partir da análise da fórmula estrutural do propranolol, assinale a alternativa que apresenta corretamente sua fórmula molecular e as funções orgânicas presentes.

- x a) $\text{C}_{16}\text{H}_{21}\text{NO}_2$, amina, álcool e éter.
 b) $\text{C}_{16}\text{H}_8\text{NO}_2$, amida, fenol e éter.
 c) $\text{C}_{16}\text{H}_{21}\text{NO}_2$, amida, álcool e éter.
 d) $\text{C}_{16}\text{H}_8\text{NO}_2$, amina, álcool e éster.
 e) $\text{C}_{16}\text{H}_8\text{NO}_2$, amina, álcool e éter.

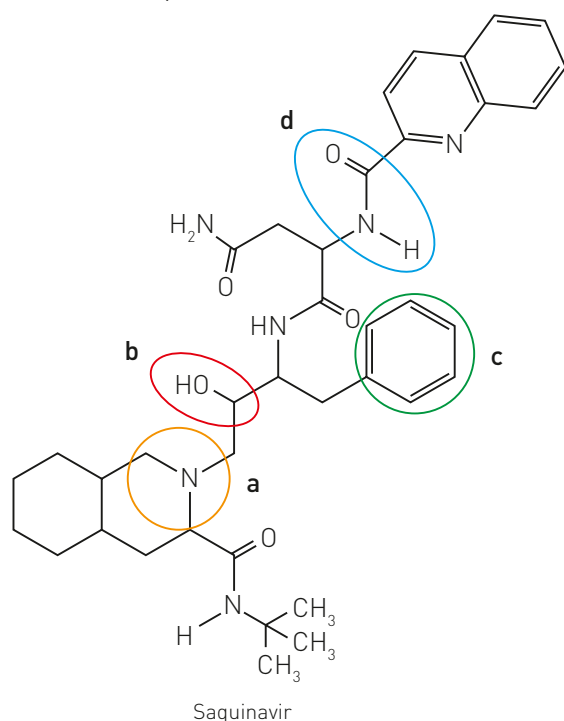
2. (PUC-RJ) A seguir está representada a estrutura de uma substância orgânica de origem natural.



Nessa substância estão presentes as funções orgânicas:

- a) álcool e éter.
- b) álcool e cetona.
- ☒ c) éter e cetona.
- d) éster e aldeído.
- e) éster e ácido carboxílico.

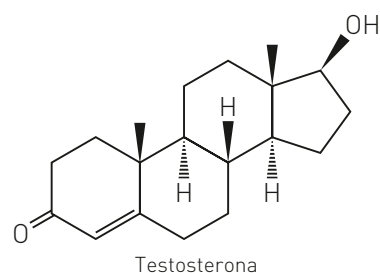
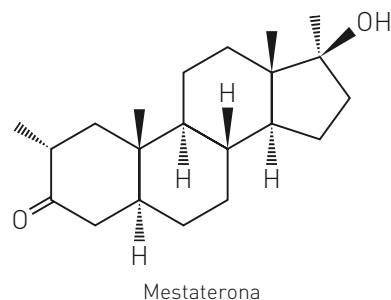
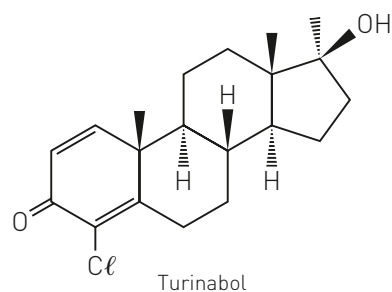
3. (UFJF/Pism-MG) O saquinavir é um fármaco administrado a pessoas que possuem SIDA (síndrome de imunodeficiência adquirida – AIDS) e é capaz de inibir a HIV-protease do vírus evitando sua maturação.



As funções orgânicas destacadas em a, b, c e d representam, respectivamente:

- a) Amida, álcool, anel aromático e amina.
- ☒ b) Amina, álcool, anel aromático e amida.
- c) Amina, fenol, alcano e amida.
- d) Amina, fenol, anel aromático e amida.
- e) Amida, álcool, alcano e anel amina.

4. (UFPR) Poucos meses antes das Olimpíadas Rio 2016, veio a público um escândalo de *doping* envolvendo atletas da Rússia. Entre as substâncias anabolizantes supostamente utilizadas pelos atletas envolvidos estão o turinabol e a mestaterona. Esses dois compostos são, estruturalmente, muito similares à testosterona e utilizados para aumento da massa muscular e melhora do desempenho dos atletas.

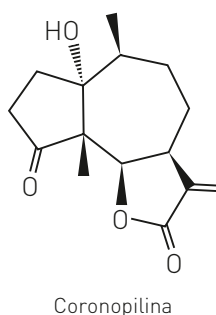
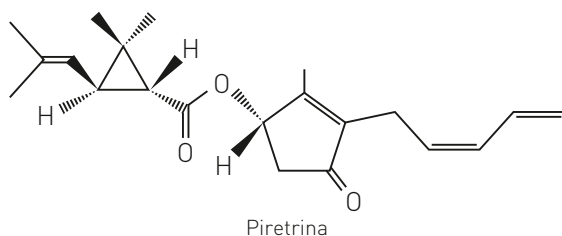


Quais funções orgânicas oxigenadas estão presentes em todos os compostos citados?

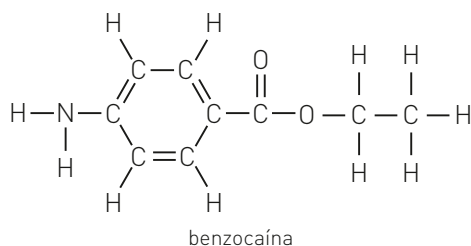
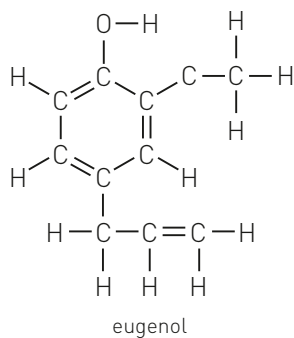
- ☒ a) Cetona e álcool.
- b) Fenol e éter.
- c) Amida e epóxido.
- d) Anidrido e aldeído.
- e) Ácido carboxílico e enol.

5. (IFBA) O ano de 2016 foi declarado Ano Internacional das Leguminosas (AIL) pela 68ª Assembleia-Geral das Nações Unidas, tendo a Organização para a Alimentação e Agricultura das Nações Unidas (FAO) sido nomeada para facilitar a execução das atividades, em colaboração com os governos. Os agrotóxicos fazem parte do cultivo de muitos alimentos (dentre eles as leguminosas) de muitos países com o objetivo de eliminar pragas que infestam as plantações. Porém, quando esses compostos são usados em excesso podem causar sérios problemas de intoxicação no organismo humano.

Na figura são apresentadas as estruturas químicas da Piretrina e da Coronopilina (agrotóxicos muito utilizados no combate a pragas nas plantações), identifique as funções orgânicas presentes simultaneamente nas estruturas apresentadas:



- a) Éter e Éster.
 ✗ b) Cetona e Éster.
 c) Aldeído e Cetona.
 d) Éter e Ácido Carboxílico.
 e) Álcool e Cetona.
6. (IFPE) Extrair um dente é um procedimento que não requer anestesia geral, sendo utilizados, nesses casos, os anestésicos locais, substâncias que insensibilizam o tato de uma região e, dessa forma, eliminam a sensação de dor. Você já pode ter entrado em contato com eles no dentista ou se o médico lhe receitou pomada para aliviar a dor de queimaduras. Exemplos de anestésicos locais são o eugenol e a benzocaína, cujas fórmulas estruturais aparecem a seguir.



Sobre as estruturas mostradas anteriormente, é correto afirmar que:

- a) o eugenol representa um hidrocarboneto insaturado.
 b) a benzocaína possui uma estrutura saturada e homoglobina.
 c) as duas estruturas representam hidrocarbonetos insaturados e heterogêneos.
 d) se verifica a presença de um grupo funcional ácido carboxílico no eugenol.
 ✗ e) a benzocaína possui um grupo funcional amina e uma estrutura insaturada.

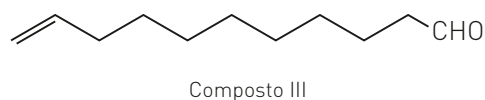
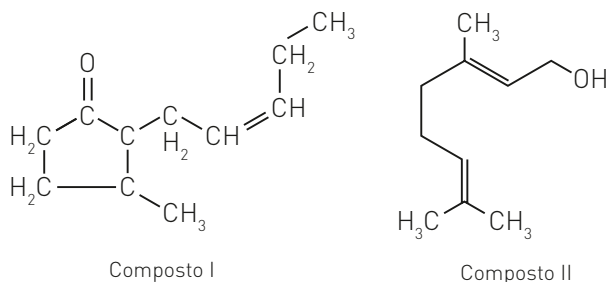
7. (Unisinos-RS)

O mercado de beleza em 2015: crescimento e investimento das empresas

O cuidado com o corpo tem conquistado mais adeptos entre mulheres e homens; hoje, a lista de produtos de beleza que são indispensáveis está bem mais ampla. O setor de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos cada vez mais se consolida dentro da economia brasileira, e seu papel é fundamental nos aspectos econômicos, financeiros, sociais e também na contribuição em iniciativas sustentáveis.

(Disponível em <http://www.hairbrasil.com>. Acesso em 04 out. 2015. Adaptação.)

A palavra “perfume” vem do latim *per*, que significa “origem de”, e *fumare*, que é “fumaça”, isso porque seu uso originou-se, provavelmente, em atos religiosos, em que os deuses eram homenageados pelos seus adoradores por meio de folhas, madeiras e materiais de origem animal, que, ao serem queimados, liberavam uma fumaça com cheiro doce, como o incenso. Os perfumes são formados, principalmente, por uma fragrância, que é a essência ou óleo essencial; por etanol, que atua como solvente; e por um fixador. A estrutura de algumas essências usadas em perfumes é mostrada a seguir.

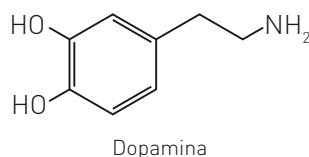


Leia as proposições seguintes, referentes às estruturas mostradas anteriormente.

- I. O grupo carbonila presente no composto I pertence a uma cetona, enquanto, no composto II, pertence a um aldeído.
- II. A nomenclatura oficial do composto II é 3,7-dimetil-oct-2,6-dien-1-ol, e sua fórmula molecular é $C_{10}H_{18}O$.
- III. A nomenclatura oficial do composto III é 10-undecanal.

Sobre as proposições acima, pode-se afirmar que:

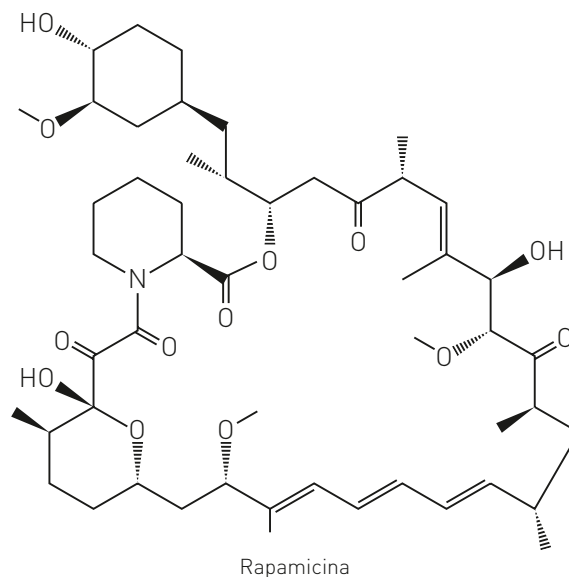
- a) apenas I está correta.
 - x b) apenas II está correta.**
 - c) apenas I e II estão corretas.
 - d) apenas II e III estão corretas.
 - e) I, II e III estão corretas.
8. (Uece) Os neurônios, células do sistema nervoso, têm a função de conduzir impulsos nervosos para o corpo. Para isso, tais células produzem os neurotransmissores, substâncias químicas responsáveis pelo envio de informações às demais células do organismo. Nesse conjunto de substâncias, está a dopamina, que atua, especialmente, no controle do movimento, da memória e da sensação de prazer.



De acordo com a estrutura da dopamina, assinale a afirmação verdadeira.

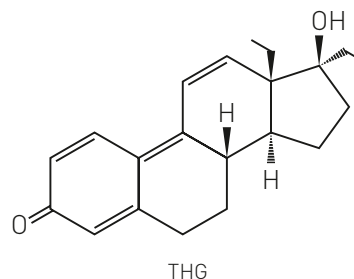
- x a) Mesmo com a presença de oxidrila em sua estrutura, a dopamina não é um álcool.**
 - b) É um composto cíclico alicíclico.
 - c) A dopamina apresenta em sua estrutura o grupamento das aminas secundárias.
 - d) Esse composto pertence à função aminoálcool.
9. (EBM-SP) Pesquisadores de fármacos que contribuam para a longevidade dos seres humanos estão fazendo testes em cobaias utilizando a rapamicina, nome dado ao composto químico que interfere em uma enzima intracelular essencial para o crescimento e a divisão celular, denominada de mTOR, sigla inglesa para "alvo mecânico da rapamicina". Quando a mTOR é ativada, a célula produz novas proteínas, cresce e se divide e, quando é bloqueada pela rapamicina ou por um jejum de curto prazo, o crescimento e a replicação celular desaceleram ou cessam, influenciando no

envelhecimento das células, o que contribui para que os animais vivam por mais tempo.



Com base na análise da estrutura molecular da rapamicina,

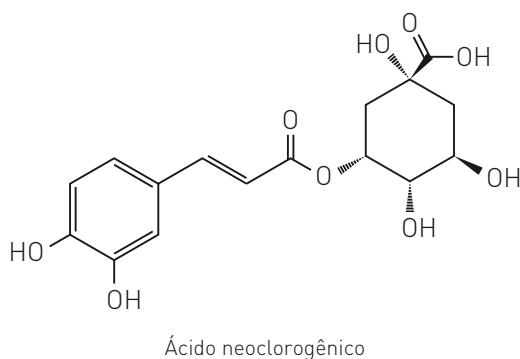
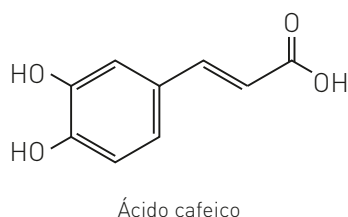
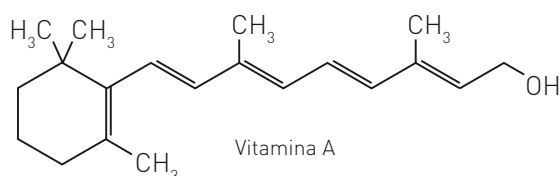
- a) escreva o nome da função orgânica nitrogenada e das funções orgânicas oxigenadas em que os grupos funcionais estão associados ao hexágono homogêneo,
 - b) represente o grupo funcional que caracteriza a classe funcional das cetonas nessa estrutura molecular.
10. (PUC-RS) Para responder à questão, analise o texto e a estrutura a seguir.
- Uma das preocupações do Comitê Olímpico Internacional é combater o *doping* de atletas nas Olimpíadas. Para isso, uma série de análises é realizada rotineiramente com amostras de urina colhidas dos atletas. Nessas análises, uma das substâncias pesquisadas é o THG, que é um esteroide anabolizante. Os métodos de análise são extremamente sensíveis, sendo possível detectar THG em uma concentração tão baixa como 1 ppb (uma parte por bilhão). Isso significa uma concentração em que há um bilionésimo de grama de THG para cada grama de amostra.



De acordo com as informações apresentadas, assinale a alternativa correta.

- a) A molécula de THG apresenta grupo hidróxido, o que lhe confere caráter básico.
- b) A cadeia carbônica do THG é cíclica, ramificada e tem 17 átomos de carbono.
- c) Uma amostra de urina com 1 ppb de THG tem cerca de 1 bilhão de moléculas de THG.
- d) Na água pura, com pH 7, a concentração de íons H^+ é de 100 ppb.
- x e) O THG apresenta características químicas típicas de cetonas, alcenos e álcoois.

11. (PUC-RS) A erva-mate (*Ilex paraguaiensis*) contém muitas substâncias orgânicas, as quais podem ter ação benéfica no organismo. As estruturas moleculares de algumas substâncias presentes nessa planta são mostradas a seguir:



Considerando essas estruturas, é correto afirmar que:

- a) a vitamina A é um hidrocarboneto de cadeia cíclica e ramificada.
- b) os grupamentos $-OH$ nas três moléculas conferem a elas caráter marcadamente ácido.
- c) o aroma da erva-mate provém dos ácidos cafeico e neoclorogênico, porque apresentam anel aromático ou benzênico.

- x d) o número de átomos de hidrogênio na molécula de vitamina A é maior do que na do ácido neoclorogênico.
- e) o ácido neoclorogênico é muito solúvel em óleo, por conta de seus numerosos grupamentos hidroxila, pouco polares.

12. (UFSC)

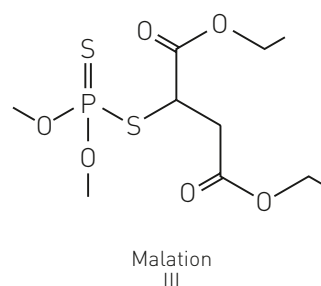
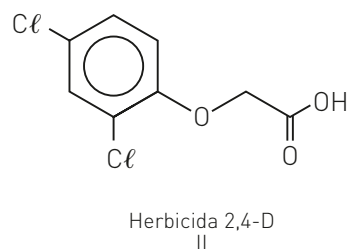
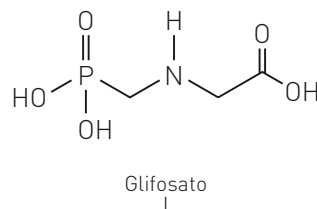
Agrotóxicos proibidos em vários países são usados no Brasil

O Brasil é o maior consumidor mundial de agrotóxicos e estudos científicos mostram uma relação clara entre o uso do veneno e o aparecimento de câncer.

Pesquisas recentes realizadas pela IARC (Agência Internacional de Pesquisas em Câncer) revelam que os agrotóxicos utilizados no Brasil apresentam enorme potencial de desenvolvimento de câncer em seres humanos. Dentre os agrotóxicos classificados como carcinógenos humanos pode-se citar o glifosato, o herbicida 2,4-D e o malation (utilizado em campanhas de saúde pública no combate ao mosquito da dengue).

Disponível em: <<http://cartamaior.com.br/?Editoria/Meio-Ambiente/Agrotoxicos-proibidos-em-varios-paises-sao-usados-no-Brasil/3/34320>>. [Adaptado]. Acesso em: 27 ago. 2015.

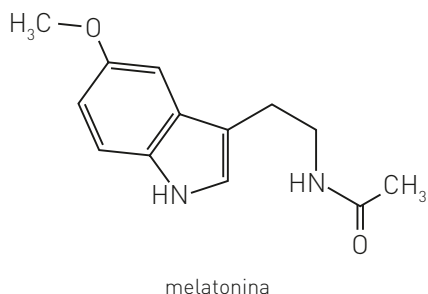
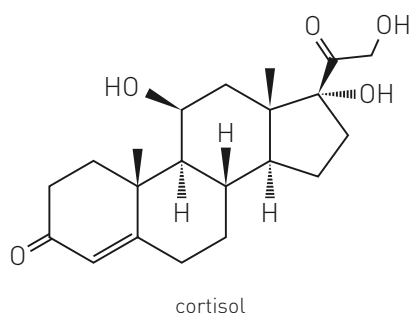
Seguem abaixo as fórmulas estruturais dos agrotóxicos glifosato, herbicida 2,4-D e malation.



Sobre o assunto tratado, é correto afirmar que:

- 01) as moléculas de I e de II apresentam a função orgânica aldeído.
- 02) a molécula de III apresenta a função orgânica cetona.
- X04) a molécula de I possui, em sua estrutura, um grupo classificado como amina secundária.
- 08) o átomo de fósforo apresenta três elétrons na camada de valência.
- X16) cada uma das moléculas de I e de II apresenta um grupo carboxila.
- 32) as moléculas de I, II e III são apolares e pouco solúveis em água.

13.[EBM-SP]

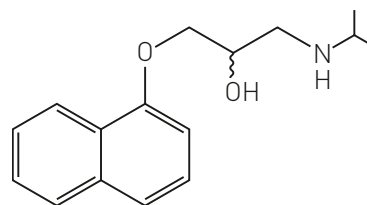


Com base na análise das estruturas do cortisol e da melatonina,

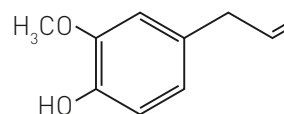
- classifique a cadeia carbônica da melatonina, de acordo com dois critérios diferentes;
- escreva o nome da classe funcional formada pela carbonila, em cada uma das estruturas apresentadas.

14. [Uece] Cada alternativa a seguir apresenta a estrutura de uma substância orgânica aplicada na área da medicina. Assinale a opção que associa corretamente a estrutura a suas funções orgânicas.

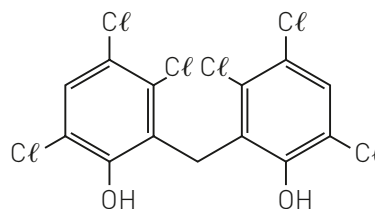
- a) O propranolol, fármaco anti-hipertensivo indicado para o tratamento e prevenção do infarto do miocárdio, contém as seguintes funções orgânicas: álcool e amida.



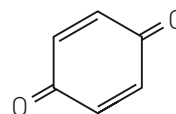
- X b) O eugenol, que possui efeitos medicinais que auxiliam no tratamento de náuseas, flatulências, indigestão e diarreia, contém a função éter.



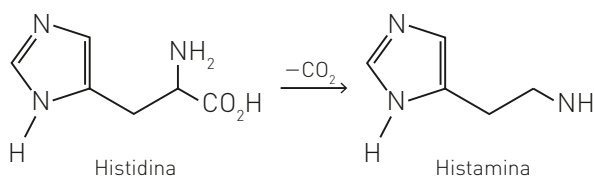
- c) O composto abaixo é um antisséptico que possui ação bacteriostática e detergente, e pertence à família dos álcoois aromáticos.



- d) O p-benzoquinona, usado como oxidante em síntese orgânica, é um éster cíclico.



15. [PUC-RJ] A histamina é uma substância que pode ser encontrada no organismo humano, proveniente da descarboxilação da histidina, conforme representado a seguir.



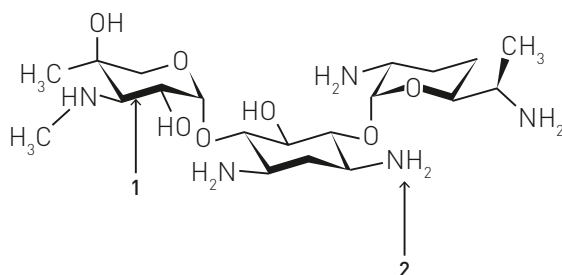
Nas estruturas de histidina e histamina, estão presentes as funções orgânicas:

- a) amida e amina.
- b) aldeído e amina.
- c) aldeído e amida.
- X d) ácido carboxílico e amina.
- e) ácido carboxílico e amida.

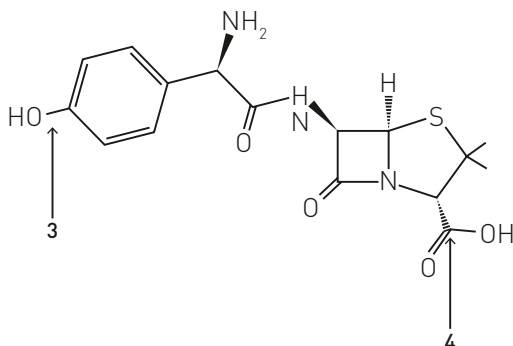
16. (PUC-RS) Analise as informações a seguir.

O uso de antibióticos é um dos grandes recursos da medicina moderna para o tratamento de infecções bacterianas. Há várias classes de antibióticos atualmente em uso, e a cada ano novas fórmulas são apresentadas, tendo em vista o desenvolvimento progressivo de resistência entre as variedades de bactérias. As fórmulas estruturais abaixo mostram dois antibióticos de uso comum, a gentamicina e a amoxicilina. As setas 1, 2, 3 e 4 indicam diferentes características ou grupos funcionais presentes nas moléculas.

Gentamicina



Amoxicilina



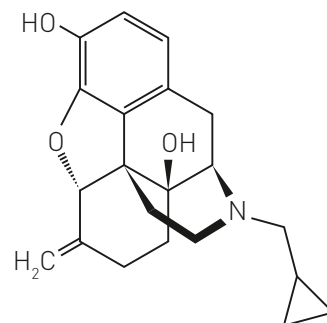
As setas 1, 2, 3 e 4 indicam, respectivamente:

- a) anel aromático – amina – álcool – alceno.
- b) anel não-aromático – éter – fenol – cetona.
- c) anel aromático – amida – álcool – aldeído.
- x d) anel não-aromático – amina – fenol – ácido carboxílico.
- e) anel aromático – éter – álcool – éster.

17. (Acafe-SC) No jornal *Folha de São Paulo*, de 05 de novembro de 2013, foi publicada um reportagem sobre um medicamento que é uma nova esperança contra o alcoolismo “[...] O nalmefeno ajudou dependentes a reduzir o consumo de álcool em 60% inibindo a sensação de euforia causada pelo

álcool e reduzindo, assim, a vontade de continuar bebendo.[...]”.

Fórmula estrutural da molécula de nalmefeno:

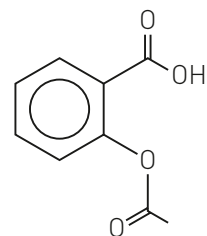


Baseado nas informações fornecidas e nos conceitos químicos é correto afirmar, exceto:

- a) Na molécula de nalmefeno existe a função química álcool.
- b) Na molécula de nalmefeno existe a função química amina.
- x c) Na molécula de nalmefeno existe a função química éster.
- d) Na molécula de nalmefeno existe a função química fenol.

18. (USF-SP) Na análise volumétrica de 0,5 g de uma amostra de remédio constituído por ácido acetilsalicílico (AAS), foram utilizados 15 mL de hidróxido de potássio com concentração 0,01 mol/L. Considerando que a reação com a base ocorre apenas para o ácido acetilsalicílico, não tendo participação das outras substâncias constituintes da amostra, responda.

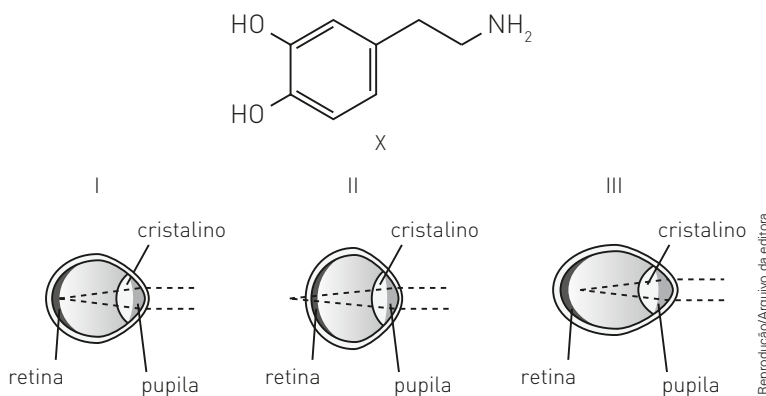
Dados valores das massas em $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$: H = 1,0; C = 12,0; K = 39,0 e O = 16,0.



Ácido Acetilsalicílico

- a) Qual a outra função orgânica oxigenada existente nesse composto além do grupo ácido carboxílico?
- b) Qual é a reação completa de neutralização ocorrida entre o ácido acetilsalicílico e o hidróxido de potássio?
- c) Qual a porcentagem de AAS presente no fármaco analisado?

19. (Fuvest-SP) Estudos recentes parecem indicar que o formato do olho humano e a visão são influenciados pela quantidade da substância X, sintetizada pelo organismo. A produção dessa substância é favorecida pela luz solar, e crianças que fazem poucas atividades ao ar livre tendem a desenvolver dificuldade para enxergar objetos distantes. Essa disfunção ocular é comumente chamada de miopia. Considere a fórmula estrutural da substância X e os diferentes formatos de olho:

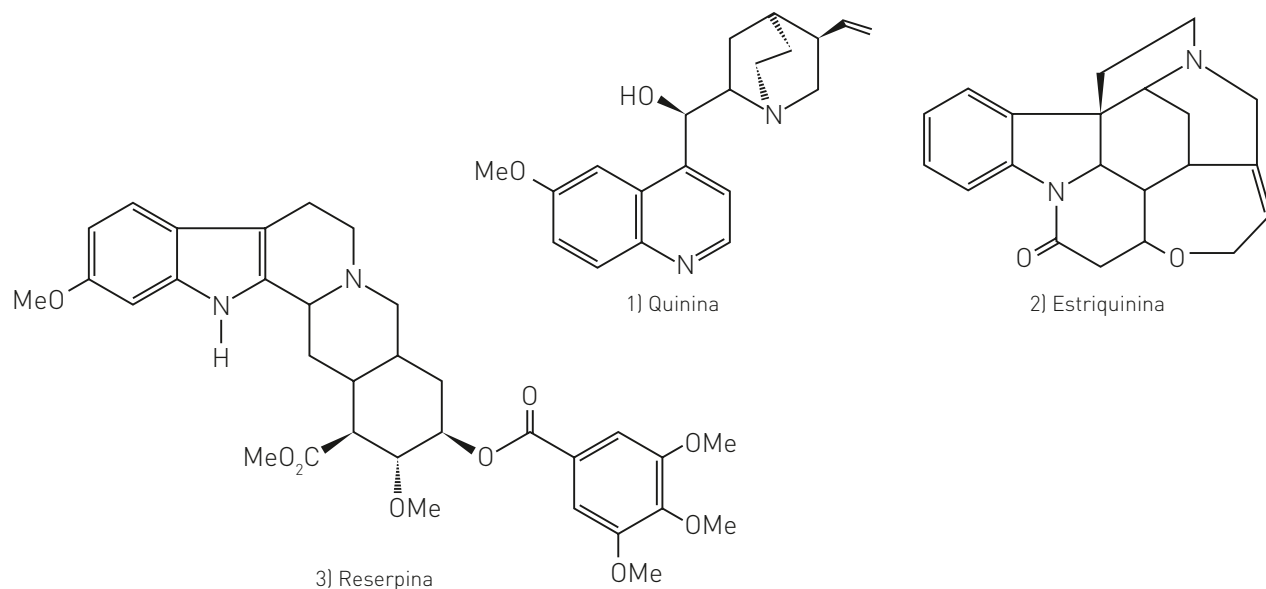


Observação: as linhas tracejadas representam o feixe de luz incidente no olho.

Com base nessas informações, conclui-se corretamente que a miopia poderá atingir crianças cujo organismo venha a produzir _____ X em quantidade insuficiente, levando à formação de olho do tipo _____.

As lacunas da frase acima devem ser preenchidas, respectivamente, por

- a) o aminoácido; III.
 - b) a amina; II.
 - c) o aminoácido; I.
 - d) o fenol; I.
 - x e) a amina; III.
20. (UPF-RS) O químico Woodward, no período de 1945 a 1958, sintetizou os alcaloides quinina (1), estriquinina (2) e reserpina (3). Alcaloides são compostos orgânicos nitrogenados que possuem um ou mais átomos de nitrogênio em seu esqueleto carbônico, de estrutura complexa e de caráter básico. Observe a fórmula estrutural dos alcaloides.

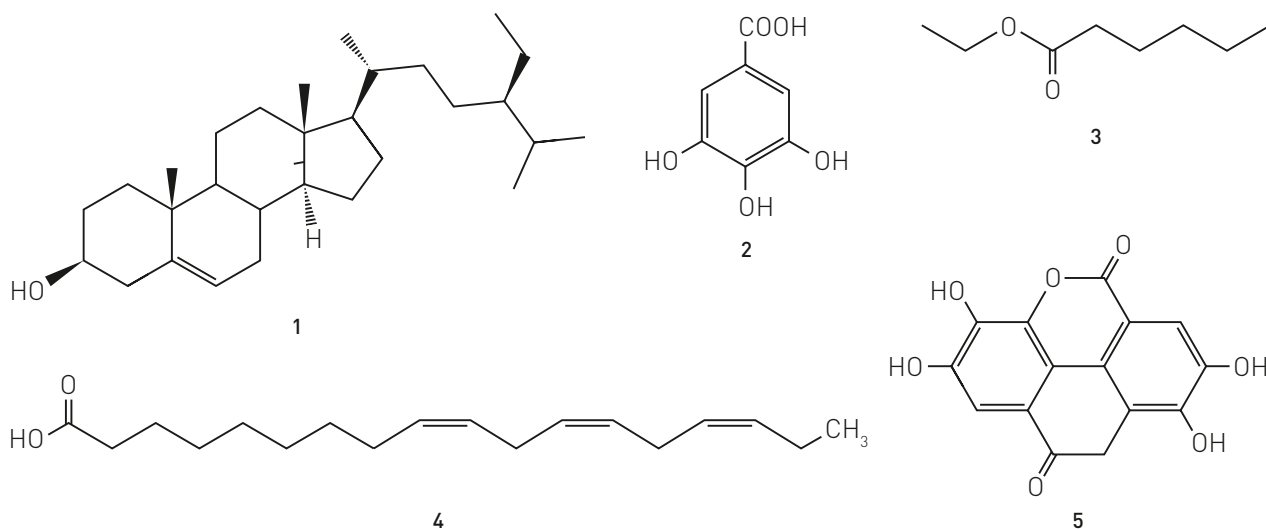


Sobre as estruturas das substâncias químicas descritas acima, assinale a alternativa incorreta.

- a) As estruturas 1, 2 e 3 apresentam pelo menos um anel aromático.
- b) Na estrutura 1, há uma hidroxila caracterizando a função álcool, ligada a um átomo de carbono secundário.

- c) Na estrutura 3, existem átomos de oxigênio entre átomos de carbonos, como heteroátomos, relativos à função éter e à função éster.
- d) A estrutura 2 é uma função mista, na qual existem os grupos funcionais relativos à amida, ao éter e à amina.
- x e) Na estrutura 3, tem-se um sal orgânico formado pela substituição da hidroxila do grupo carboxila de um ácido orgânico por um grupo alcoxila proveniente de um álcool.

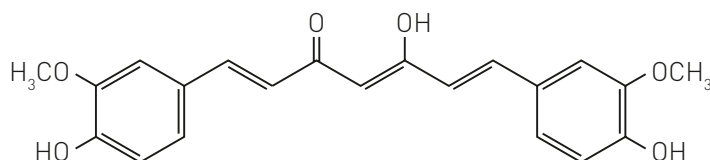
21. (Unifimes/MED-GO) As substâncias cujas fórmulas estruturais estão apresentadas a seguir são alguns dos constituintes químicos encontrados no pequi, um fruto muito apreciado na culinária goiana.



[Revista brasileira de plantas medicinais, vol. 15, 2013.]

- a) Entre as estruturas representadas, indique aquelas que possuem radicais funcionais característicos de ésteres e de álcoois.
- b) Entre as fórmulas estruturais apresentadas, indique aquelas que correspondem a substâncias alifáticas e escreva a fórmula molecular para a substância 5.

22. (UEL-PR) A curcumina, cuja molécula é apresentada a seguir, é uma substância presente no açafrão-da-terra e que dá o tom de amarelo ao pó.



Sobre essa molécula, atribua V (verdadeiro) ou F (falso) às afirmativas a seguir.

- () Apresenta cadeia carbônica homogênea e insaturada.
- () Contém igual número de átomos de carbono e hidrogênio.
- () Por combustão total, forma monóxido de carbono e peróxido de hidrogênio.
- () Possui, no total, dezessete carbonos secundários e dois carbonos terciários.
- () Os grupos funcionais são ácido carboxílico, álcool e éster.

Assinale a alternativa que contém, de cima para baixo, a sequência correta.

- a) V, V, V, F, F.
- b) V, V, F, F, V.
- x c) V, F, F, V, F.
- d) F, V, F, V, V.
- e) F, F, V, F, V.

Propriedades físicas dos compostos orgânicos

Neste capítulo, vamos estudar duas propriedades físicas dos compostos orgânicos: a temperatura de ebulição e a solubilidade.

Temperatura de ebulição

Essa propriedade física depende das interações intermoleculares e do tamanho das moléculas. A seguir, veremos como esses fatores podem ter influência na temperatura de ebulição dos compostos orgânicos.

Interações intermoleculares

Durante as mudanças de estado, ocorre somente um afastamento ou uma aproximação das moléculas, ou seja, somente as interações intermoleculares são rompidas ou estabelecidas.

As mudanças de estado físico dos compostos ocorrem com o fornecimento ou a retirada de energia, que é proporcional à intensidade das interações intermoleculares. Genericamente, temos:

quanto maior a intensidade das interações intermoleculares



maior a energia necessária para a mudança de estado



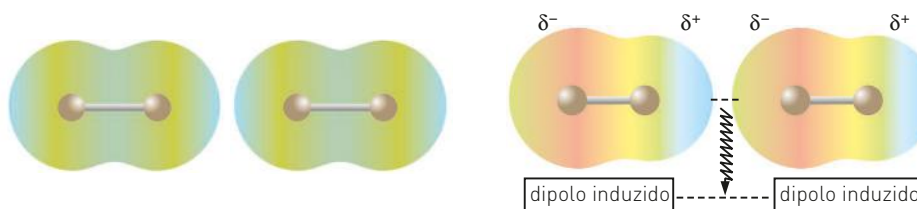
maior a temperatura de ebulição

As interações intermoleculares podem ser classificadas em:

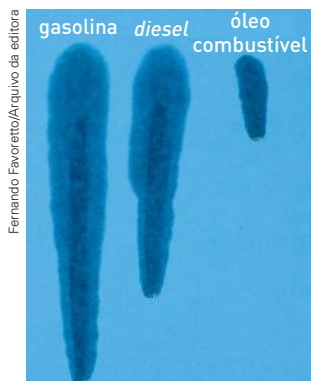
- dipolo induzido-dipolo induzido;
 - dipolo permanente-dipolo permanente (ou dipolo-dipolo);
 - ligações de hidrogênio.
- } Forças de Van der Waals

Dipolo induzido-dipolo induzido

Essas interações são características das substâncias formadas por moléculas **apolares**, embora ocorram em todos os tipos de moléculas; ou seja, nas moléculas apolares só ocorrem interações do tipo dipolo induzido-dipolo induzido. Tanto no estado sólido como no líquido, devido à proximidade das moléculas, ocorrem deformações em suas nuvens eletrônicas, originando **dipolos**.



Ilustrações: Banco de imagens/Arquivo da editora



Fernando Favoretto/Arquivo da editora

// A gasolina escorre mais facilmente que o *diesel* e o óleo combustível quando colocados sobre uma lâmina de vidro inclinada. Isso indica que, dos três materiais, ela é a que tem menor viscosidade. O óleo combustível é o mais viscoso, devido às atrações entre suas moléculas, que são maiores do que as moléculas que constituem o *diesel* e a gasolina. A viscosidade também depende da temperatura. De maneira geral, aumento da temperatura provoca diminuição da viscosidade.

CORES FANTASIA

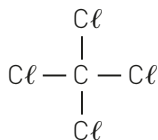
AUSÊNCIA DE PROPORÇÃO

// Formato das nuvens eletrônicas quando as moléculas estão afastadas.

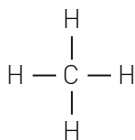
Nas moléculas apolares a nuvem eletrônica distribui-se de maneira uniforme em toda a sua extensão.

Veja alguns exemplos de substâncias formadas por moléculas apolares que interagem devido a esse tipo de ligação intermolecular.

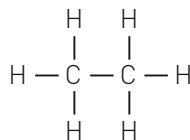
tetracloreto de carbono (CCl_4)



gás metano (CH_4)



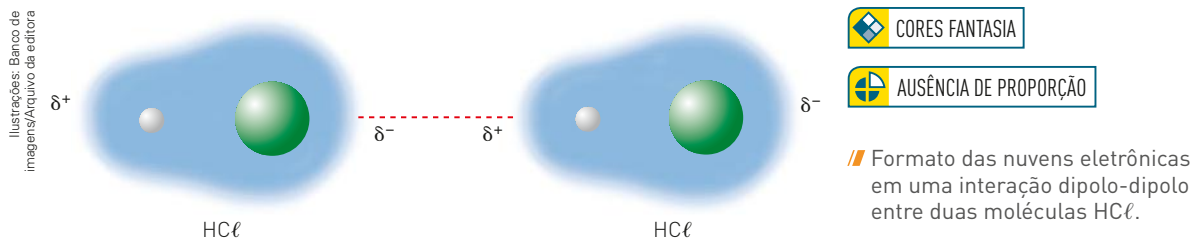
gás etano (C_2H_6)



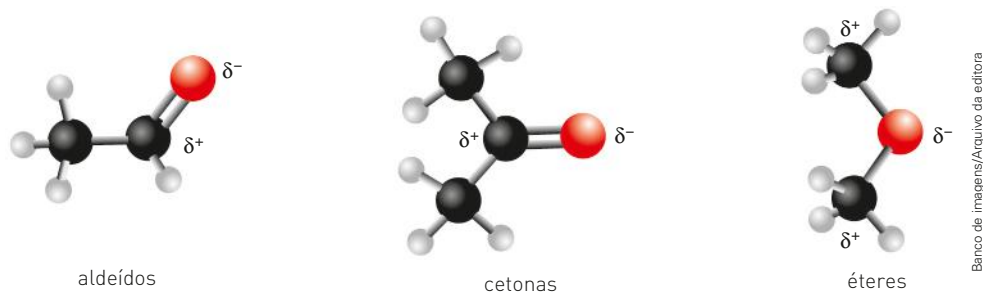
Os hidrocarbonetos (C_nH_n) são as substâncias orgânicas que mais comumente apresentam esse tipo de interação.

Dipolo permanente-dipolo permanente

Essas interações, também chamadas **dipolo-dipolo**, são características de moléculas polares e ocorrem entre os polos permanentes presentes nesse tipo de molécula. Observe a interação que existe no cloreto de hidrogênio (HCl) sólido ou líquido, representada a seguir:



As moléculas da maioria das funções orgânicas interagem por meio desse tipo de ligação. Veja alguns exemplos:



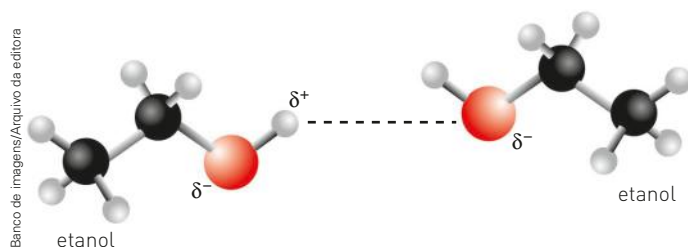
Ligações de hidrogênio

A ligação de hidrogênio é um exemplo extremo da interação dipolo permanente, por ser muito mais intensa. Esse tipo de interação intermolecular ocorre mais comumente em moléculas que apresentam átomos de hidrogênio ligados a átomos de flúor, oxigênio e nitrogênio, que são altamente eletronegativos, originando polos acentuados.

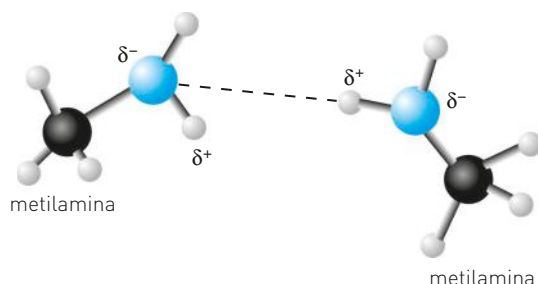


As ligações de hidrogênio ocorrem entre moléculas iguais (mesma substância) e entre moléculas de substâncias diferentes. Contudo, para que ocorram ligações de hidrogênio entre substâncias diferentes, é necessário que em um dos tipos de molécula exista H ligado diretamente a F , O e N e que o outro tipo de molécula apresente átomos de F , O ou N .

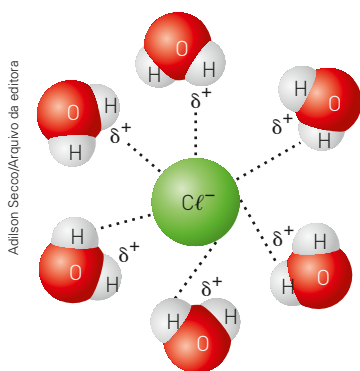
As ligações de hidrogênio ocorrem em algumas funções orgânicas, das quais as mais importantes são os álcoois, os ácidos carboxílicos e as aminas primárias.



// A ilustração representa uma possível ligação de hidrogênio entre moléculas de etanol.



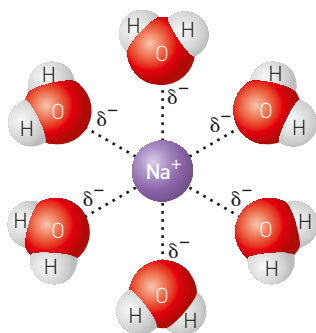
// A ilustração representa uma possível ligação de hidrogênio entre moléculas de metilamina.



Interação íon-dipolo

Esse tipo de interação ocorre quando um composto iônico está dissolvido em um solvente polar, sendo a água o mais conhecido. Quando o cloreto de sódio se dissolve na água, os íons sódio (Na^+) e cloreto (Cl^-) interagem com as moléculas de água. Essa interação está representada na ilustração ao lado.

Os íons Na^+ interagem com o polo negativo da molécula de água, enquanto o íon Cl^- interage com o polo positivo. Esse tipo de interação apresenta grande intensidade, se comparada com as demais interações intermoleculares, e é responsável por algumas propriedades macroscópicas das soluções iônicas. Sintetizando o que vimos nos diversos tipos de interação:



Tipo	Presente em	Modelos	Intensidade
dipolo induzido-dipolo induzido	átomos e moléculas apolares		Fraca Forte
dipolo-dipolo	moléculas polares		
ligação de hidrogênio	H ligado a F, O, N		
íon-dipolo	íons ligados a moléculas polares		

Ilustrações: Adilson Secco/Arquivo da editora

Tamanho das moléculas

Quanto maior for o tamanho das moléculas, maior será a sua superfície, propiciando maior número de interações com moléculas vizinhas, o que acarreta uma elevação na temperatura de ebulição.

quanto maior o tamanho das moléculas



maior a superfície



maior o número de interações



maior a temperatura de ebulição

Assim, considerando as interações intermoleculares e o tamanho das moléculas, podem-se estabelecer duas relações:

a) Para moléculas com **tamanhos aproximadamente iguais**, temos:

Quanto maior for a intensidade das ligações intermoleculares, maior será a temperatura de ebulição (TE).

Para que se possa estabelecer essa relação, deve-se considerar a **ordem crescente da intensidade das interações**, que é dada por:

dipolo induzido-dipolo induzido < dipolo-dipolo < ligações de hidrogênio < íon-dipolo

ordem crescente de intensidade



b) Para moléculas com o **mesmo tipo de interação**, temos:

Quanto maior for o tamanho da molécula, maior será sua temperatura de ebulição.

Função orgânica e polaridade

Pode-se considerar que as várias funções orgânicas derivam de hidrocarbonetos pela substituição de um ou mais átomos de hidrogênio por outros átomos ou grupos de átomos.

Os hidrocarbonetos geralmente são **apolares**. No entanto, a substituição de átomos de hidrogênio origina estruturas moleculares assimétricas, o que determina uma polarização na estrutura resultante. Logo, os compostos pertencentes a outras funções, diferentes dos hidrocarbonetos, geralmente são **polares**.

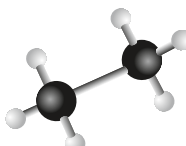
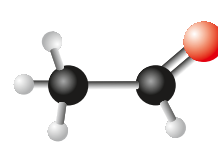
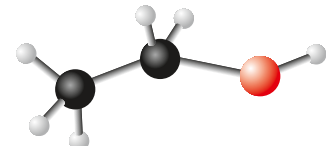
O quadro a seguir relaciona algumas funções com o tipo de interação intermolecular.

Dipolo induzido-dipolo induzido	Dipolo-dipolo	Ligações de hidrogênio
hidrocarboneto $R-H$	aldeído $R-C(=O)H$	álcool $R-OH$
	cetona $R-C(=O)R$	ácido carboxílico $R-C(=O)OH$
		amina $R-NH_2$

A partir desse quadro, podem-se tirar algumas conclusões comparando-se moléculas de **tamanhos aproximadamente iguais**:

- os hidrocarbonetos devem apresentar temperaturas de ebulição menores que as das outras funções, pois apresentam interações intermoleculares menos intensas (dipolo induzido-dipolo induzido);
- os álcoois, os ácidos carboxílicos e as aminas devem apresentar temperaturas de ebulição maiores que as das outras funções, pois apresentam interações intermoleculares mais intensas (ligações de hidrogênio).

Essas relações podem ser verificadas por dados experimentais:

Composto	etano  H_3C-CH_3	etanal  $H_3C-C(=O)H$	etanol  H_3C-CH_2-OH
TE (°C)	-88,4	20,0	78,5

Ilustrações: Banco de imagens/Arquivo da editora

Como se pode perceber, os três compostos apresentam o mesmo esqueleto carbônico, ou seja, o mesmo número de átomos de carbono na cadeia, embora pertençam a funções diferentes. Conjuntos de compostos iguais a esses formam uma **série heteróloga**.

Série heteróloga: conjunto de compostos com o mesmo número de átomos de carbono na cadeia, pertencentes a funções diferentes.

Nesse exemplo, foram comparados compostos que apresentam diferentes interações intermoleculares, porém também podem ser feitas comparações entre compostos com os mesmos tipos de ligação intermolecular, variando o tamanho das moléculas, isto é, o número de carbonos que constituem a cadeia dos compostos.

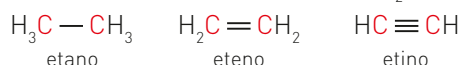
Composto	metanol H_3C-OH	etanol H_3C-CH_2-OH	propan-1-ol $H_3C-CH_2-CH_2-OH$
TE (°C)	64,0	78,5	97,0

Nesses exemplos, os compostos pertencem à mesma função e apresentam as mesmas ligações intermoleculares (ligações de hidrogênio), embora tenham diferentes quantidades de grupos CH_2 na cadeia.

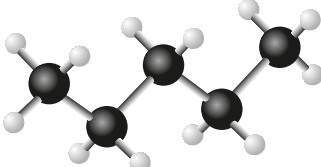
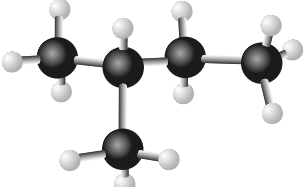
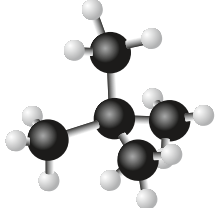
Conjuntos de compostos iguais a esses formam uma **série homóloga**.

Série homóloga: conjunto de compostos orgânicos pertencentes à mesma função, que diferem entre si pela quantidade de grupos CH_2 .

Os compostos orgânicos podem ser agrupados ainda em outra série, denominada **série isóloga**, em que apresentam o mesmo número de átomos de carbono, diferindo apenas na sua insaturação (quantidade de H_2).



Para compostos pertencentes a uma mesma função e de mesma fórmula molecular, mas com diferentes fórmulas estruturais, o tamanho continua sendo o fator determinante da temperatura de ebulição, conforme pode ser observado na tabela a seguir.

Composto	pentano	2-metilbutano	neopentano
	 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ C_5H_{12}	 $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ C_5H_{12}	 $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_3$ C_5H_{12}
TE (°C)	36	28	9,5

Ilustrações: Banco de Imagens/Arquivo da editora

À medida que aumenta a quantidade de ramificações, a estrutura se torna mais compacta, ou seja, sua superfície diminui e, conseqüentemente, diminui sua temperatura de ebulição.

Solubilidade

A solubilidade dos compostos orgânicos também depende das interações intermoleculares. Assim, substâncias que apresentam o mesmo tipo de força intermolecular tendem a se dissolver entre si. Generalizando, temos:

Substâncias apolares tendem a se dissolver em solventes apolares.

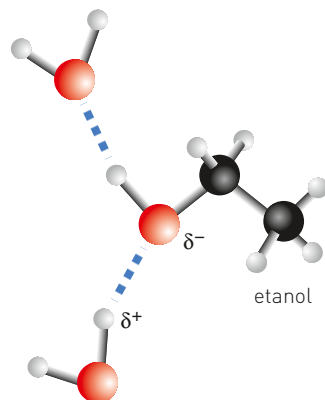
Substâncias polares tendem a se dissolver em solventes polares.

SAIBA MAIS

Moléculas, de P. W. Atkins. Editora da Universidade de São Paulo;

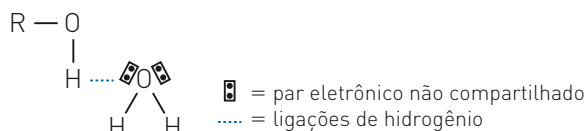
Moléculas em exposição, de John Emsley. Editora Edgard Blücher.

Estes dois livros descrevem alguns compostos, em sua maioria orgânicos, que apresentam aplicações importantes na indústria, fazem parte de nosso cotidiano ou apresentam propriedades inusitadas.



O mais importante dos solventes polares é a água, considerada o solvente universal.

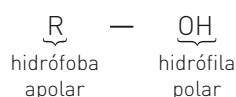
Entre os solventes polares orgânicos, um dos mais conhecidos é o álcool comum (etanol), comercializado tanto em farmácias e supermercados quanto em postos de combustíveis, misturado com certa quantidade de água, formando uma mistura homogênea (álcool hidratado). Isso se deve ao fato de essas substâncias serem polares, visto que suas moléculas interagem por meio das ligações de hidrogênio:



Veja, agora, a tabela a seguir.

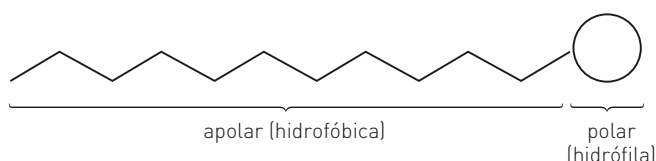
Solubilidade de alguns álcoois em água					
Álcool	metanol	etanol	propan-1-ol	butan-1-ol	pentan-1-ol
Solubilidade em água (g/100 g de H ₂ O a 25 °C)	infinita	infinita	infinita	8,3	2,4

Pode-se notar, pela análise da tabela, que, conforme aumenta a cadeia carbônica do álcool, diminui sua solubilidade em água. Isso se deve ao fato de os álcoois (substâncias polares) apresentarem em sua estrutura uma parte hidrófila e uma parte hidrófoba, que é apolar.



Nos álcoois que apresentam quatro ou mais carbonos em sua estrutura, começa a ocorrer uma predominância da parte hidrófoba, o que acarreta uma diminuição da sua solubilidade em água. Como consequência, ocorre um aumento de sua solubilidade em solventes apolares (gasolina, óleos, etc.).

Assim como os álcoois, existem outras substâncias que podem se dissolver tanto em água quanto em solventes apolares. Dessas substâncias, as mais conhecidas são os sabões e os detergentes, estruturas polares que podem ser genericamente representadas por:



A parte apolar (hidrofóbica ou hidrófoba) de um sabão ou detergente interage com a gordura (apolar), ao passo que a parte polar (hidrófila) interage com a água (polar). Esses compostos serão estudados no capítulo 22 deste volume.

Exercícios resolvidos

1. (Fuvest-SP) Três líquidos puros apresentam as propriedades relacionadas na tabela:

Líquido	Temperatura de ebulição (°C)	Solubilidade em água (g/100 cm ³)
A	36,2	0,036
B	34,6	7,5
C	117,7	7,9

Utilizando essas propriedades, associe cada um dos líquidos às substâncias: butanol, C₄H₉OH; pentano, C₅H₁₂; e éter etílico (C₂H₅)₂O.

Explique o raciocínio usado na identificação.

Solução

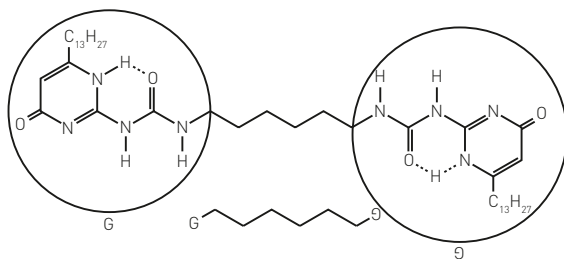
Pela análise das estruturas dos compostos mencionados, podemos determinar suas características.

O pentano, por ser um hidrocarboneto, é praticamente insolúvel em água; logo, é a substância A.

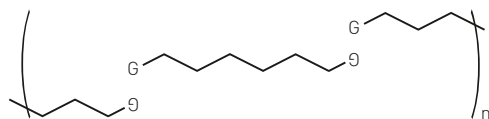
Como o n-butanol apresenta ligações de hidrogênio, ele deve ser o composto de maior TE, ou seja, a substância C. Por exclusão, a substância B é o éter etílico.

Composto	Polaridade	Força intermolecular	Solubilidade em água (polar)
butanol H ₃ C — CH ₂ — CH ₂ — CH ₂ — OH	polar	ligação de hidrogênio	solúvel
pentano H ₃ C — CH ₂ — CH ₂ — CH ₂ — CH ₃	apolar	dipolo induzido-dipolo induzido	praticamente insolúvel
éter etílico H ₃ C — CH ₂ — O — CH ₂ — CH ₃	polar	dipolo-dipolo	solúvel

2. (Fuvest-SP) Nos polímeros supramoleculares, as cadeias poliméricas são formadas por monômeros que se ligam, uns aos outros, apenas por ligações de hidrogênio e não por ligações covalentes como nos polímeros convencionais. Alguns polímeros supramoleculares apresentam a propriedade de, caso sejam cortados em duas partes, a peça original poder ser reconstruída, aproximando-se e pressionando-se as duas partes. Nessa operação, as ligações de hidrogênio que haviam sido rompidas voltam a ser formadas, “cicatrizando” o corte. Um exemplo de monômero, muito utilizado para produzir polímeros supramoleculares, é:



No polímero supramolecular,

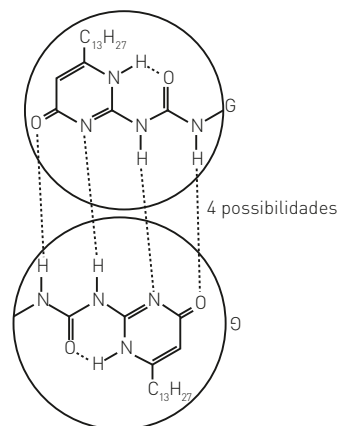


cada grupo G está unido a outro grupo G, adequadamente orientado, por ligações de hidrogênio, em que x é, no máximo,

- a) 1. b) 2. c) 3. d) 4. e) 5.

Solução

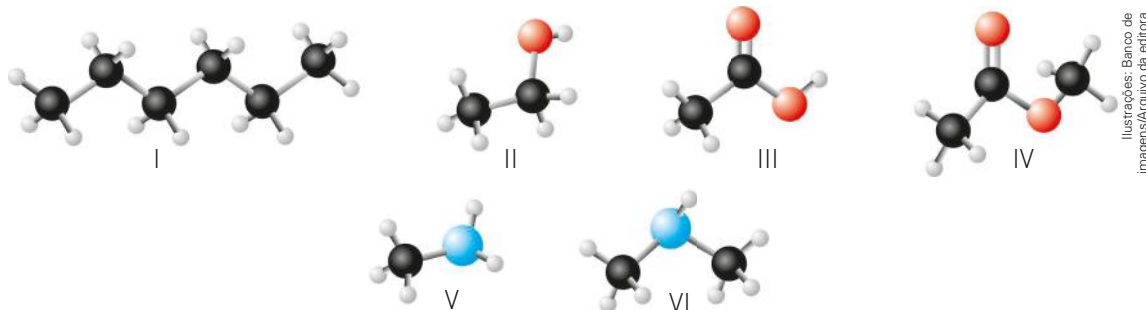
O esquema mostra um modelo de possíveis ligações de hidrogênio entre dois grupos G:



Resposta: alternativa d.

Fundamentando seus conhecimentos

A respeito das estruturas apresentadas abaixo, responda às questões 1 a 5.



1. Indique a função de cada composto.
2. Classifique-as em polares ou apolares.
3. Qual apresenta como único tipo de interações intermoleculares dipolo induzido-dipolo induzido (Van der Waals)?
4. Compare as temperaturas de ebulição dos compostos I e III.
5. Quais são solúveis em água?
6. Indique na molécula representada ao lado as partes hidrófila e hidrófoba.
7. Robô



Banco de imagens/
Arquivo da editora

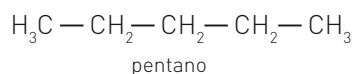
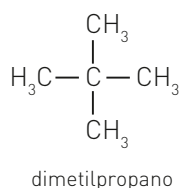
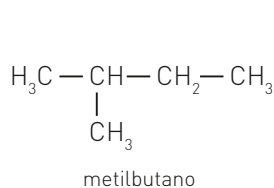


Baseando-se na tira:

- a) escreva em seu caderno a fórmula estrutural de uma substância orgânica mencionada e indique se ela é polar ou apolar;
- b) faça uma previsão da polaridade da cola-tudo mencionada.

Desenvolvendo seus conhecimentos

1. Observe as fórmulas estruturais dos alcanos de fórmula molecular C_5H_{12}



e responda aos itens I e II.

- I. Quando essas substâncias estão no estado líquido, que tipo de interação existe entre suas moléculas?
- II. Indique a ordem crescente de suas temperaturas de ebulição.

2. (UFRGS-RS) Um dos mais graves acidentes ecológicos dos últimos tempos ocorreu há alguns meses na costa atlântica da Europa. Um petroleiro carregado afundou, espalhando milhares de litros de petróleo na água. Parte desse petróleo atingiu praias da Espanha, de Portugal e da França.

Sobre o petróleo, considere as afirmações abaixo.

- Trata-se de uma mistura formada principalmente por hidrocarbonetos.
 - As ligações intermoleculares predominantes nas substâncias constituintes do petróleo são do tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido.
 - A densidade do petróleo é maior que a densidade da água.
 - O petróleo forma com a água uma solução.
- Quais são corretas?

- x a) Apenas I e II. d) Apenas I, II e III.
 b) Apenas II e III. e) I, II, III e IV.
 c) Apenas III e IV.

3. (Unirio-RJ)

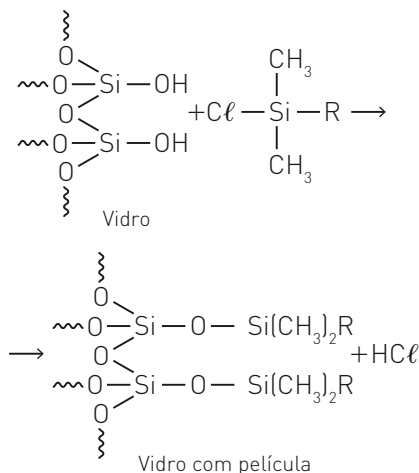
“O petróleo é uma mistura de hidrocarbonetos composta de diversos tipos de moléculas formadas por átomos de hidrogênio e carbono e, em menor parte, de oxigênio, nitrogênio e enxofre, combinados de forma variável, conferindo características diferenciadas aos diversos tipos de óleos encontrados na natureza...”

http://www.anp.gov.br/petro/refino_editorial.asp

Sabendo que os pontos de ebulição dos hidrocarbonetos n-octano (II), 2-metil-heptano (III) e 2,2,4-trimetil-pentano (III) podem ser influenciados por interações intermoleculares em cada caso, é possível prever a relação dos pontos de ebulição das três moléculas como:

- x a) (II) > (III) > (III).
 b) (II) = (III) > (III).
 c) (II) = (III) = (III).
 d) (II) < (III) < (III).
 e) (II) > (III) < (III).

4. (Fuvest-SP) Para aumentar o grau de conforto do motorista e contribuir para a segurança em dias chuvosos, alguns materiais podem ser aplicados no para-brisa do veículo, formando uma película que repele a água. Nesse tratamento, ocorre uma transformação na superfície do vidro, a qual pode ser representada pela seguinte equação química não balanceada:



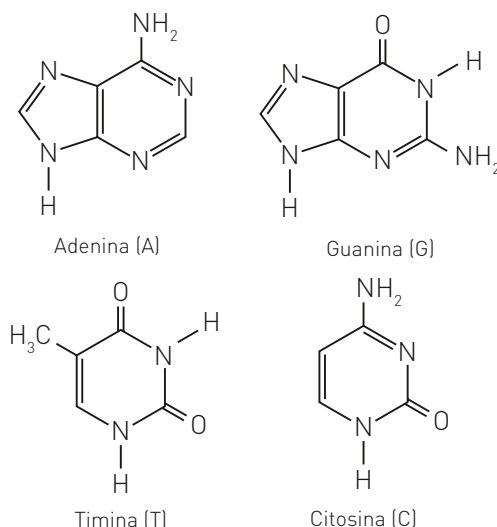
Das alternativas apresentadas, a que representa o melhor material a ser aplicado ao vidro, de forma a evitar o acúmulo de água, é:

Note e adote:

–R = grupo de átomos ligado ao átomo de silício.

- a) $\text{ClSi}(\text{CH}_3)_2\text{OH}$.
 b) $\text{ClSi}(\text{CH}_3)_2\text{O}(\text{CHOH})\text{CH}_2\text{NH}_2$.
 c) $\text{ClSi}(\text{CH}_3)_2\text{O}(\text{CHOH})_5\text{CH}_3$.
 d) $\text{ClSi}(\text{CH}_3)_2\text{OCH}_2(\text{CH}_2)_2\text{CO}_2\text{H}$.
 x e) $\text{ClSi}(\text{CH}_3)_2\text{OCH}_2(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_3$.

5. (Fuvest-SP) A estrutura do DNA é formada por duas cadeias contendo açúcares e fosfatos, as quais se ligam por meio das chamadas bases nitrogenadas, formando a dupla hélice. As bases timina, adenina, citosina e guanina, que formam o DNA, interagem por ligações de hidrogênio, duas a duas em uma ordem determinada. Assim, a timina, de uma das cadeias, interage com a adenina, presente na outra cadeia, e a citosina, de uma cadeia, interage com a guanina da outra cadeia. Considere as seguintes bases nitrogenadas:



As interações por ligação de hidrogênio entre adenina e timina e entre guanina e citosina, que existem no DNA, estão representadas corretamente em:

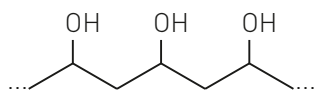
	adenina - timina	guanina - citosina
a)		
b)		
x c)		
d)		
e)		

6. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais dos compostos da série heteróloga e coloque-os em ordem crescente de temperatura de ebulição: ácido butanoico, butanol e butano.

7. (UFRGS-RS) As temperaturas normais de ebulição da propilamina e da trimetilamina são iguais a 47,8 °C e 2,9 °C, respectivamente. A diferença entre os pontos de ebulição deve-se ao fato de que esses compostos apresentam diferentes:

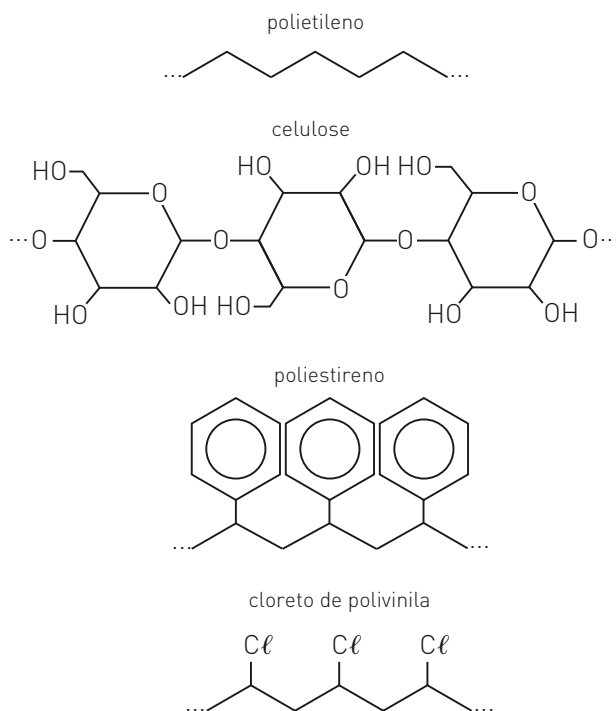
- a) massas moleculares.
- b) geometrias moleculares.
- x c) forças intermoleculares.
- d) basicidades.
- e) densidades.

8. (UFMG) Um adesivo tem como base um polímero do tipo álcool polivinílico, que pode ser representado por esta estrutura:



A ação adesiva desse polímero envolve, principalmente, a formação de ligações de hidrogênio entre o adesivo e a superfície do material a que é aplicado.

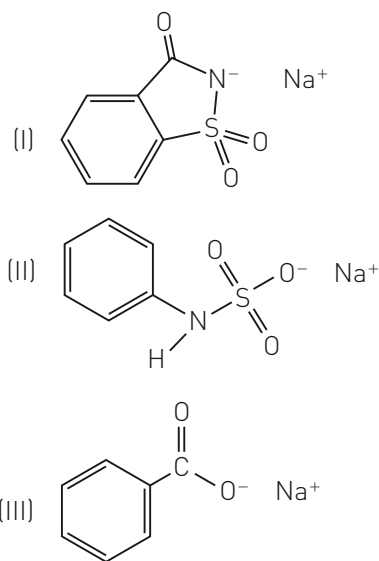
Considere a estrutura destes quatro materiais:



Com base nessas informações, é correto afirmar que o adesivo descrito deve funcionar melhor para colar:

- x a) celulose.
- b) cloreto de polivinila.
- c) polietileno.
- d) poliestireno.

9. (FGV-SP) Um refrigerante, de baixa caloria, fabricado no Brasil, tem em sua composição os adoçantes sacarina sódica (I) e ciclamato de sódio (II) e o conservante benzoato de sódio (III).



A imagem do rótulo desse refrigerante é apresentada a seguir:

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
350 mL (1 LATA)		
QUANTIDADE POR EMBALAGEM		% VD (*)
VALOR ENERGÉTICO	0 kcal = 0 kJ	0
CARBOIDRATOS	0 g DOS QUAIS:	0
AÇÚCARES	0 g	0
SÓDIO	23 mg	1
"NÃO CONTÉM QUANTIDADE SIGNIFICATIVA DE PROTEÍNAS, GORDURAS TOTAIS, GORDURAS SATURADAS, GORDURAS TRANS E FIBRA ALIMENTAR"		

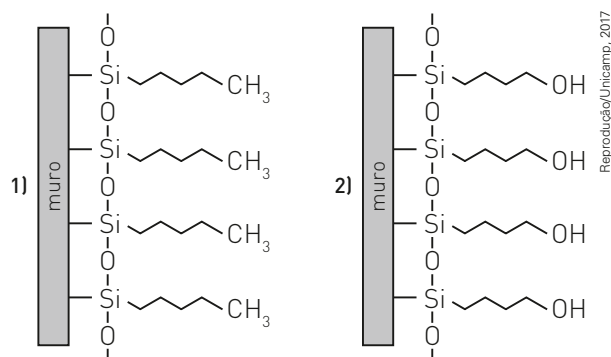
Reprodução/FGV-SP, 2017

* Valores diários de referência com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 J. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

As duas principais interações entre cada uma das substâncias I, II e III e as moléculas do solvente da solução que compõe o refrigerante são:

- a) íon – íon; íon – dipolo.
- b) íon – íon; dipolo – dipolo.
- x c) íon – dipolo; ligação de hidrogênio.
- d) íon – dipolo; dipolo induzido – dipolo induzido.
- e) dipolo induzido – dipolo induzido; ligação de hidrogênio.

10. (Unicamp-SP) Uma alternativa encontrada nos grandes centros urbanos para se evitar que pessoas desorientadas urinem nos muros de casas e estabelecimentos comerciais é revestir esses muros com um tipo de tinta que repele a urina e, assim, “devolve a urina” aos seus verdadeiros donos. A figura a seguir apresenta duas representações para esse tipo de revestimento.



Como a urina é constituída majoritariamente por água, e levando-se em conta as forças intermoleculares, pode-se afirmar corretamente que:

- a) os revestimentos representados em 1 e 2 apresentam a mesma eficiência em devolver a urina, porque ambos apresentam o mesmo número de átomos na cadeia carbônica hidrofóbica.
- x b) o revestimento representado em 1 é mais eficiente para devolver a urina, porque a cadeia carbônica é hidrofóbica e repele a urina.
- c) o revestimento representado em 2 é mais eficiente para devolver a urina, porque a cadeia carbônica apresenta um grupo de mesma polaridade que a água, e, assim, é hidrofóbica e repele a urina.
- d) o revestimento representado em 2 é mais eficiente para devolver a urina, porque a cadeia carbônica apresenta um grupo de mesma polaridade que a água, e, assim, é hidrofílica e repele a urina.

11. (UFSC)

“[...] Era o carro do Fábio que tinha acabado o freio. Mandeí que ele apertasse o pedal e vi que ia até o fundo. Percebi que era falta de fluido. [...] Perguntei ao Luis se ele tinha fluido de freio e ele disse que não tinha. E ninguém tinha. Então falei com o Antonino que o jeito era tirar um pouco de cada carro, colocar naquele e ir assim até chegar numa cidade.”

França Júnior. *Oswaldo Jorge*, um brasileiro. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1988. p. 155-156.

“O fluido para freios ou óleo de freio é responsável por transmitir às pastilhas e lonas do sistema de freios a força exercida sobre o pedal do automóvel quando se deseja frear. Em sua composição básica há glicóis e inibidores de corrosão.”

Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/fluidos.asp>> [Adaptado]
Acesso em: 26 out. 2011.

Considere as informações acima e os dados da tabela abaixo, obtidos sob pressão de 1 atm e temperatura de 20 °C:

Nome IUPAC	Ponto de ebulição (°C)
I. Etan-1,2-diol	197
II. Propan-1,2-diol	187
III. Propan-1,3-diol	215

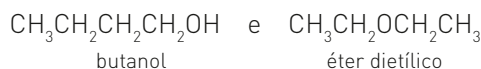
Escreva:

- a) o nome da função orgânica presente nos compostos apresentados na tabela.
- b) a fórmula estrutural de cada um dos compostos, conforme a ordem da tabela I, II e III.
- c) o nome da força intermolecular responsável pelo elevado valor do ponto de ebulição dos compostos citados.

12. Uma indústria fabrica um produto formado pela mistura das quatro aminas de fórmula molecular C_3H_9N . Com o intuito de separar esses componentes, empregou-se o processo de destilação fracionada, no qual o primeiro componente a ser separado é o de menor ponto de ebulição. Nesse processo, a primeira amina a ser separada é denominada:

- a) propilamina.
- x b) trimetilamina.
- c) etilmetilamina.
- d) isopropilamina.

13. (Fuvest-SP) Considere os seguintes compostos isoméricos:

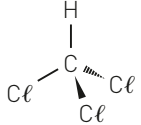
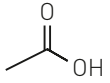
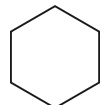


Certas propriedades de cada uma dessas substâncias dependem das interações entre as moléculas que a compõem (como, por exemplo, as ligações de hidrogênio). Assim, pode-se concluir que,

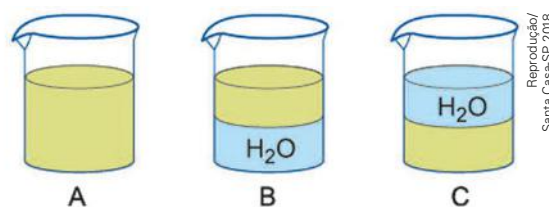
- a) a uma mesma pressão, o éter dietílico sólido funde a uma temperatura mais alta do que o butanol sólido.

- b) a uma mesma temperatura, a viscosidade do éter dietílico líquido é maior do que a do butanol líquido.
- x c) a uma mesma pressão, o butanol líquido entra em ebulição a uma temperatura mais alta do que o éter dietílico líquido.
- d) a uma mesma pressão, massas iguais de butanol e éter dietílico liberam, na combustão, a mesma quantidade de calor.
- e) nas mesmas condições, o processo de evaporação do butanol líquido é mais rápido do que o do éter dietílico líquido.
- 14.** (Cefet-MG) A maneira mais eficiente para se retirar a mancha de graxa de um tecido é empregar
- a) álcool.
- b) acetona.
- x c) gasolina.
- d) água fria.
- e) água quente.
- 15.** (PUC-MG) Indique o par de solventes que não são miscíveis entre si.
- a) água/metanol
- b) hexano/pentano
- x c) água/heptano
- d) clorofórmio/diclorometano
- 16.** (Enem) Além de ser uma prática ilegal, a adulteração de combustíveis é prejudicial ao meio ambiente, ao governo e, especialmente, ao consumidor final. Em geral, essa adulteração é feita utilizando compostos com propriedades físicas semelhantes às do combustível, mas de menor valor agregado.
- Considerando um combustível com 20% de adulterante, a mistura em que a adulteração seria identificada visualmente é:
- a) etanol e água.
- b) etanol e acetona.
- x c) gasolina e água.
- d) gasolina e benzeno.
- e) gasolina e querosene.
- 17.** (UPF-RS) Considere que, em um experimento, foram colocados, em três copos, em proporções idênticas, os seguintes líquidos:
- Copo 1: água e etanol
 - Copo 2: gasolina e querosene
 - Copo 3: água e gasolina
- Com base nos conceitos de polaridade e solubilidade, assinale a alternativa incorreta.

- a) Apenas nos copos 1 e 2, os líquidos misturados formam um sistema homogêneo, pois são solúveis entre si.
- x b) No copo 1, forma-se um sistema homogêneo, com substâncias de igual polaridade, e, nos copos 2 e 3, são obtidos sistemas heterogêneos.
- c) Água e etanol são substâncias polares e, portanto, no copo 1 é formado um sistema homogêneo.
- d) Quando o solvente é polar e o soluto apolar, ou vice-versa, não existe tendência para que haja solubilização.
- e) Solutos polares tendem a se dissolver bem em solventes polares e solutos apolares tendem a se dissolver bem em solutos apolares.
- 18.** (FCMSCSP) Em um experimento, um grupo de alunos misturou separadamente, em três béqueres distintos, um dos líquidos indicados na tabela com água destilada.

Líquido	Fórmula estrutural	Densidade ($\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)
1		1,48
2		1,05
3		0,78

As três misturas obtidas no experimento, com as fases formadas, estão representadas na figura a seguir:



Nas misturas A, B e C, além da água, estão presentes, respectivamente, os líquidos:

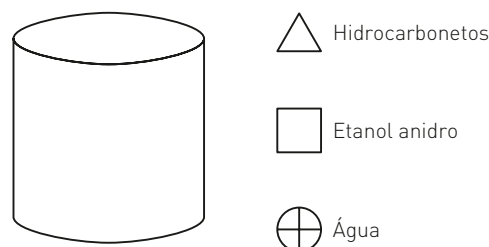
- a) 2, 1 e 3.
- b) 3, 1 e 2.
- x c) 2, 3 e 1.
- d) 1, 3 e 2.
- e) 1, 2 e 3.

19. (Unicamp-SP)

O carro *flex* pode funcionar com etanol ou gasolina, ou com misturas desses combustíveis. A gasolina comercial brasileira é formada por uma mistura de hidrocarbonetos e apresenta, aproximadamente, 25% de etanol anidro em sua composição, enquanto o etanol combustível apresenta uma pequena quantidade de água, sendo comercializado como etanol hidratado.

a) Do ponto de vista das interações intermoleculares, explique, separadamente: (1) por que a gasolina comercial brasileira, apesar de ser uma mistura de hidrocarbonetos e etanol, apresenta-se como um sistema monofásico; e (2) por que o etanol combustível, apesar de ser uma mistura de etanol e água, apresenta-se como um sistema monofásico.

b) Em um tanque subterrâneo de gasolina comercial houve uma infiltração de água. Amostras do líquido contido no tanque, coletadas em diversos pontos, foram juntadas em um recipiente. Levando em conta as possíveis interações intermoleculares entre os componentes presentes no líquido, complete o desenho do recipiente na figura apresentada ao lado. Utilize, necessariamente, a legenda fornecida, de modo que fique evidente que houve infiltração de água.



Reprodução/Arquivo da editora

20. (Fuvest-SP) O gráfico ao lado apresenta a solubilidade em água, a 25 °C, de álcoois primários de cadeia linear, contendo apenas um grupo —OH no extremo da cadeia não ramificada. Metanol, etanol e 1-propanol são solúveis em água em quaisquer proporções.

a) Analise o gráfico e explique a tendência observada.

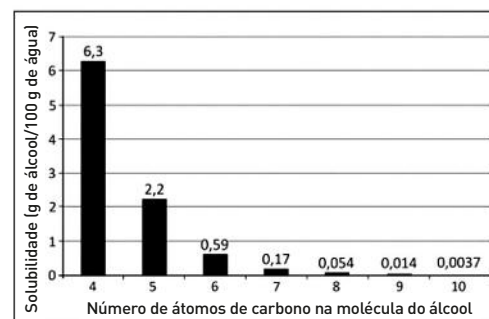
Um químico recebeu 50 mL de uma solução de 1-dodecanol ($C_{12}H_{25}OH$) em etanol. A essa solução, adicionou 450 mL de água, agitou a mistura e a deixou em repouso por alguns minutos.

Esse experimento foi realizado a 15 °C.

b) Descreva o que o químico observou ao final da sequência de operações do experimento.

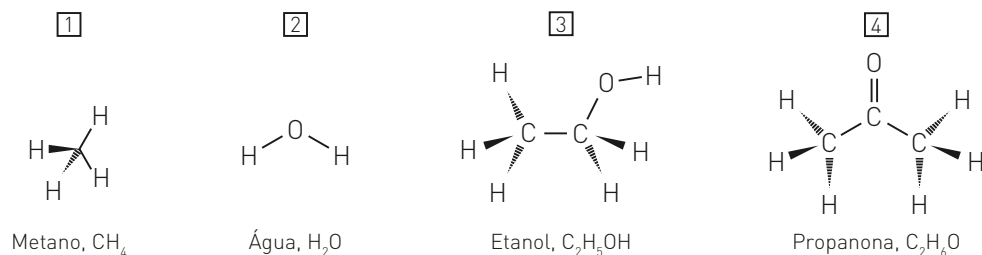
Dados:

- 1-dodecanol é insolúvel em soluções diluídas de etanol em água ($\leq 10\%$ em volume).
- ponto de fusão do 1-dodecanol = 24 °C.
- a densidade do 1-dodecanol é menor do que a de soluções diluídas de etanol em água.



Reprodução/Fuvest, 2014

21. (IFSP) A polaridade em compostos químicos tem contribuições importantes nas propriedades destes e também apresenta influências diretas nas interações intermoleculares. Observe as estruturas dos compostos abaixo.



A temperatura de ebulição é uma propriedade específica de matéria e está intimamente relacionada com a natureza das interações intermoleculares, dentre outros fatores. Diante do exposto, assinale a alternativa que relaciona corretamente a temperatura de ebulição, em ordem crescente, das substâncias apresentadas.

x a)	1. Metano	2. Propanona	3. Etanol	4. Água.
b)	1. Água	2. Etanol	3. Propanona	4. Tetracloreto de carbono.
c)	1. Metano	2. Etanol	3. Propanona	4. Água.
d)	1. Água	2. Propanona	3. Etanol	4. Metano.
e)	1. Metano	2. Água	3. Etanol	4. Propanona.

Desafiando seus conhecimentos

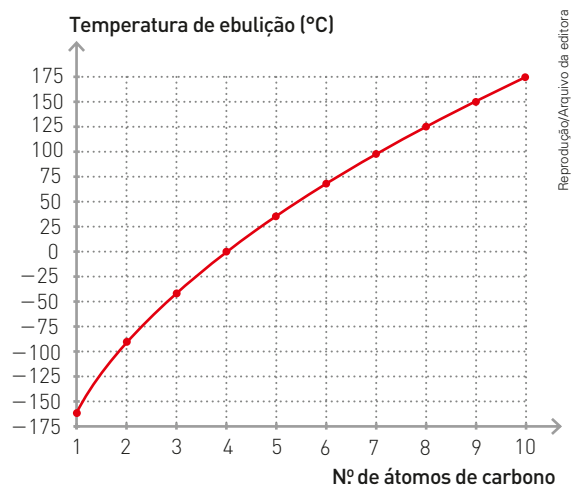
1. (UFRN) O metano (CH_4) é uma substância constituinte do gás natural, utilizado como combustível para a produção de energia. Nas condições ambiente (a 25°C e pressão de $1,0\text{ atm}$), o metano se apresenta no estado gasoso, pois suas moléculas e suas interações são, respectivamente:

	Tipo de moléculas	Tipo de interação
x a)	apolar	dipolo instantâneo-dipolo induzido
b)	polar	dipolo-dipolo
c)	apolar	dipolo-dipolo
d)	polar	dipolo instantâneo-dipolo induzido

2. (Enem) O carvão ativado é um material que possui elevado teor de carbono, sendo muito utilizado para a remoção de compostos orgânicos voláteis do meio, como o benzeno. Para a remoção desses compostos, utiliza-se a adsorção. Esse fenômeno ocorre por meio de interações do tipo intermoleculares entre a superfície do carvão (adsorvente) e o benzeno (adsorvato, substância adsorvida). No caso apresentado, entre o adsorvente e a substância adsorvida ocorre a formação de:

- Ligações dissulfeto.
 - Ligações covalentes.
 - Ligações de hidrogênio.
 - x d) Interações dipolo induzido-dipolo induzido.
 - Interações dipolo permanente-dipolo permanente.
3. (UFRGS-RS) O butano C_4H_{10} , o n-pentano C_5H_{12} e o n-hexano C_6H_{14} são alcanos que apresentam os respectivos pontos de ebulição, $-0,5^\circ\text{C}$, $36,1^\circ\text{C}$ e $68,7^\circ\text{C}$. O aumento do ponto de ebulição observado nesses compostos é devido ao aumento:
- do peso molecular e à diminuição da força de Van der Waals.
 - do peso molecular e à formação de pontes de hidrogênio.
 - x c) do peso molecular e da força de Van der Waals.
 - das ramificações e da força de Van der Waals.
 - do número de hidrogênios e das interações por pontes de hidrogênio.

4. (UFPR) Recentemente, anunciou-se que o Brasil atingiu a autossuficiência na produção do petróleo, uma importantíssima matéria-prima que é a base da moderna sociedade tecnológica. O petróleo é uma complexa mistura de compostos orgânicos, principalmente hidrocarbonetos. Para a sua utilização prática, essa mistura deve passar por um processo de separação denominado destilação fracionada, em que se discriminam frações com diferentes temperaturas de ebulição. O gráfico a seguir contém os dados dos pontos de ebulição de alcanos não ramificados, desde o metano até o decano.



Com base no gráfico acima, considere as seguintes afirmativas:

- CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 e C_4H_{10} são gasosos à temperatura ambiente (cerca de 25°C).
 - O aumento da temperatura de ebulição com o tamanho da molécula é o reflexo do aumento do momento dipolar da molécula.
 - Quando se efetua a separação dos referidos alcanos por destilação fracionada, destilam-se inicialmente os que têm moléculas maiores.
 - Com o aumento do tamanho da molécula, a magnitude das interações de Van der Waals aumenta, com o consequente aumento da temperatura de ebulição.
- Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
 - Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.
 - x c) Somente as afirmativas I e IV são verdadeiras.
 - Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.
 - Somente as afirmativas II, III e IV são verdadeiras.

5. (Uece) O ponto de ebulição do álcool etílico é 78,15 °C e o do éter metílico é -24,8 °C. Isso ocorre quando as forças intermoleculares do álcool etílico são maiores porque:

- ☒ a) ele apresenta ligações de hidrogênio.
- b) é um composto covalente polar.
- c) sua massa molecular é maior do que a do éter metílico.
- d) ele apresenta moléculas de maior simetria.

6. (PUC-MG) Numere a segunda coluna de acordo com a primeira, relacionando a substância com seu ponto normal de ebulição em °C.

- | | |
|---------------------------------------|------------|
| 1. H ₂ O | () -165,5 |
| 2. Hg | () 65 |
| 3. CH ₄ | () 78 |
| 4. CH ₃ OH | () 100 |
| 5. CH ₃ CH ₂ OH | () 357 |

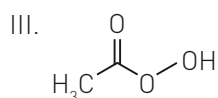
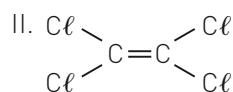
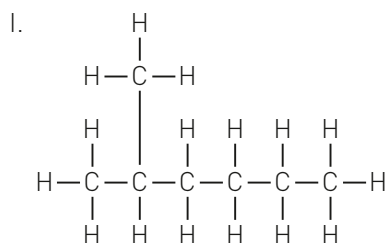
A sequência correta encontrada é:

- a) 2 - 4 - 5 - 1 - 3. ☒ c) 3 - 4 - 5 - 1 - 2.
- b) 2 - 5 - 4 - 1 - 3. d) 3 - 5 - 4 - 1 - 2.

7. (FGV-SP)

O segmento empresarial de lavanderias no Brasil tem tido um grande crescimento nas últimas décadas. Dentre os solventes mais empregados nas lavanderias industriais, destacam-se as isoparafinas, I, e o tetracloroetileno, II, conhecido comercialmente como percloro. Um produto amplamente empregado no setor de lavanderia hospitalar é representado na estrutura III.

(<http://www.freedom.inf.br/revista/hc18/household.asp>
<http://www.ccih.med.br/Cademo%20E.pdf>. Adaptado)



Considerando cada uma das substâncias separadamente, as principais forças intermoleculares que ocorrem em I, II e III são, correta e respectivamente:

- a) dipolo - dipolo; dipolo induzido - dipolo induzido; dipolo - dipolo.
- b) dipolo - dipolo; dipolo - dipolo; ligação de hidrogênio.
- ☒ c) dipolo induzido - dipolo induzido; dipolo induzido - dipolo induzido; ligação de hidrogênio.
- d) ligação de hidrogênio; dipolo induzido - dipolo induzido; dipolo induzido - dipolo induzido.
- e) ligação de hidrogênio; dipolo - dipolo; ligação de hidrogênio.

8. (UPF-RS) A seguir, na tabela 1, são fornecidas as temperaturas de ebulição (à pressão atmosférica de 1 atm) dos compostos orgânicos indicados na tabela 2.

Tabela 1 – Temperaturas de ebulição			
A: 78 °C	B: 101 °C	C: -42 °C	D: -0,5 °C

Tabela 2 – Compostos orgânicos (massa molar g · mol ⁻¹)			
CH ₃ CH ₂ OH (46)	CH ₃ CH ₂ CH ₃ (44)	HCOOH (46)	CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₃ (58)
I	II	III	IV

Correlacione cada composto com a temperatura de ebulição adequada, considerando a influência relativa dos fatores que atuam sobre as propriedades físicas dos compostos orgânicos.

A correspondência correta é:

- ☒ a) I - A; II - C; III - B; IV - D.
- b) I - C; II - A; III - D; IV - B.
- c) I - B; II - A; III - C; IV - D.
- d) I - C; II - D; III - A; IV - B.
- e) I - A; II - B; III - D; IV - C.

9. (UFRJ) No preparo dos fogos de artifício, as substâncias são agregadas com o auxílio de um solvente. Diversos compostos, como a propanona (acetona) e o isopropanol, podem ser usados para tal fim. Escreva em seu caderno a fórmula em bastão desses dois compostos e indique qual deles possui a maior temperatura de ebulição à pressão atmosférica. Justifique sua resposta.

10. (Ufscar-SP) Compostos orgânicos oxigenados como álcoois (ROH), cetonas (RCOR'), ésteres (RCOOR') e ácidos carboxílicos (RCOOH) são bastante presentes em nosso cotidiano. Por exemplo, etanol é usado como combustível para veículos, ácido acético é encontrado no vinagre, acetona e acetato de metila servem para remover esmalte de unhas. As propriedades de compostos dessas classes variam muito e a tabela ilustra alguns exemplos.

Composto	Fórmula	Ponto de fusão (°C)	Ponto de ebulição (°C)
etanol	$\text{H}_3\text{CCH}_2\text{OH}$	-114,1	78,5
acetona	H_3CCOCH_3	-94,0	56,5
formiato de metila	HCOOCH_3	-99,0	31,7
ácido acético	H_3CCOOH	16,0	118,0

Indique a alternativa que explica corretamente as propriedades descritas nessa tabela.

- a) O ponto de ebulição do éster é menor que o ponto de ebulição da cetona, porque o maior número de átomos de oxigênio presente na molécula do éster aumenta as interações dipolo-dipolo, que desfavorecem as interações entre suas moléculas.
- x b) O ácido carboxílico é um composto polar e faz fortes ligações hidrogênio entre suas moléculas, o que explica o elevado ponto de ebulição.
- c) O éster é mais polar que o ácido, por isso há mais interações dipolo induzido entre suas moléculas, o que explica o ponto de ebulição mais baixo observado para o éster.
- d) A cetona tem massa molecular menor que o ácido, por isso seu ponto de ebulição é menor.
- e) O álcool tem o menor ponto de fusão entre os compostos listados, porque pode formar o maior número de ligações hidrogênio, devido ao maior número de átomos de hidrogênio presente em sua molécula.
11. (Fuvest-SP) Em um laboratório, três frascos com líquidos incolores estão sem os devidos rótulos. Ao lado deles, estão os três rótulos com as seguintes identificações: ácido etanoico, pentano e 1-butanol. Para poder rotular corretamente os frascos, determinam-se, para esses líquidos, o ponto de ebulição (PE) sob 1 atm e a solubilidade em água (S) a 25 °C.

Líquido	PE (°C)	S (g/100 mL)
X	36	0,035
Y	117	7,3
Z	118	infinita

Com base nessas propriedades, conclui-se que os líquidos X, Y e Z são, respectivamente:

- x a) pentano, 1-butanol e ácido etanoico.
- b) pentano, ácido etanoico e 1-butanol.
- c) ácido etanoico, pentano e 1-butanol.
- d) 1-butanol, ácido etanoico e pentano.
- e) 1-butanol, pentano e ácido etanoico.

12. (UFRJ) Nos últimos anos, tem ocorrido um grande número de acidentes ambientais por derramamento de óleos. Existem diversas tentativas de medir o impacto ambiental causado por esse tipo de poluição. Um parâmetro aceito para medir o impacto ambiental é o coeficiente de partição de uma substância A entre os líquidos n-octanol e água (K_{OA}). O coeficiente de partição é definido como a razão entre a concentração de A (em mol/L) na fase orgânica e a concentração de A (em mol/L) na fase aquosa. Por ter uma relação entre átomos de carbono e de oxigênio similar à dos lipídios de seres vivos, a solubilidade de compostos orgânicos na fase n-octanol parece representar bem o que seria solubilizado num ser vivo. A tabela a seguir mostra o coeficiente de partição no sistema n-octanol-água para diversas substâncias.

Substância A	(K_{OA})
n-butanol	7,6
n-pentanol	14,5
n-hexanol	107
n-butano	794
n-pentano	3 980
n-hexano	12 589

- a) Com base nas interações intermoleculares, explique por que (K_{OA}) para o n-butano é maior do que o (K_{OA}) para o n-butanol, mas é menor do que o (K_{OA}) para o n-pentano.
- b) Usando os dados do coeficiente de partição, calcule a concentração de n-hexano (em mol/L) contida nos lipídios de peixe de uma lagoa cuja água contém 0,86 g de n-hexano em cada 1 000 litros.
13. (Enem) Um método para determinação do teor de etanol na gasolina consiste em misturar volumes conhecidos de água e de gasolina em um frasco específico. Após agitar o frasco e aguardar um período de tempo, medem-se os volumes das duas fases imiscíveis que são obtidas: uma orgânica e outra aquosa. O etanol, antes miscível com a gasolina, encontra-se agora miscível com a água. Para explicar o comportamento do etanol antes e depois da adição de água, é necessário conhecer:
- a) a densidade dos líquidos.
- b) o tamanho das moléculas.
- c) o ponto de ebulição dos líquidos.
- d) os átomos presentes nas moléculas.
- x e) o tipo de interação entre as moléculas.

14. (Enem) A obtenção de sistemas coloidais estáveis depende das interações entre as partículas dispersas e o meio onde se encontram. Em um sistema coloidal aquoso, cujas partículas são hidrofílicas, a adição de um solvente orgânico miscível em água, como etanol, desestabiliza o coloide, podendo ocorrer a agregação das partículas preliminarmente dispersas. A desestabilização provocada pelo etanol ocorre porque:

- a) a polaridade da água no sistema coloidal é reduzida.
- b) as cargas superficiais das partículas coloidais são diminuídas.
- x c) as camadas de solvatação de água nas partículas são diminuídas.
- d) o processo de miscibilidade da água e do solvente libera calor para o meio.
- e) a intensidade dos movimentos brownianos das partículas coloidais é reduzida.

15. (Unicamp-SP) O trecho seguinte foi extraído de uma revista de divulgação do conhecimento químico e trata de alguns aspectos da lavagem a seco de tecidos.

Tratando-se do desempenho para lavar, o tetracloretileno é um solvente efetivo para limpeza das roupas, pois evita o encolhimento dos tecidos, já que evapora facilmente, dada sua baixa pressão de vapor (0,017 atm, a 20 °C) e dissolve manchas lipofílicas, como óleos, ceras e gorduras em geral...

A leitura desse trecho sugere **que o tetracloretileno é um líquido apolar e sua alta volatilidade se deve ao seu baixo valor de pressão de vapor**. Levando em conta o conhecimento químico, pode-se:

- x a) concordar parcialmente com a sugestão, pois há argumentos que justificam a polaridade, mas não há argumentos que justifiquem a volatilidade.
- b) concordar totalmente com a sugestão, pois os argumentos referentes à polaridade e à volatilidade apresentados no trecho justificam ambas.
- c) concordar parcialmente, pois não há argumentos que justifiquem a polaridade, mas há argumentos que justificam a volatilidade.
- d) discordar totalmente, pois não há argumentos que justifiquem a polaridade nem a volatilidade.

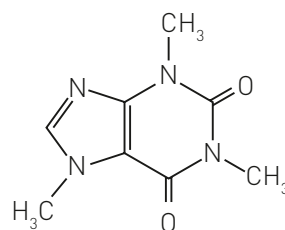
16. (Enem) Na Idade Média, para elaborar preparados a partir de plantas produtoras de óleos essenciais, as coletas das espécies eram realizadas ao raiar do dia. Naquela época, essa prática era funda-

mentada misticamente pelo efeito mágico dos raios lunares, que seria anulado pela emissão dos raios solares. Com a evolução da ciência, foi comprovado que a coleta de algumas espécies ao raiar do dia garante a obtenção de material com maiores quantidades de óleos essenciais.

A explicação científica que justifica essa prática se baseia na:

- x a) volatilização das substâncias de interesse.
- b) polimerização dos óleos catalisada pela radiação solar.
- c) solubilização das substâncias de interesse pelo orvalho.
- d) oxidação do óleo pelo oxigênio produzido na fotossíntese.
- e) liberação das moléculas de óleo durante o processo de fotossíntese.

17. (UEM/PAS-PR) O café, bebida apreciada por muitos brasileiros, é constituído por diversas substâncias, entre elas a cafeína. A cafeína, por sua vez, é o componente de outros produtos como chás, refrigerantes e medicamentos. Apesar da coloração escura e do aroma do café em pó, a cafeína é uma substância branca, sem cheiro, com ponto de fusão na faixa de 236 °C. Com base nessas informações, e considerando a fórmula abaixo, assinale o que for **correto**.

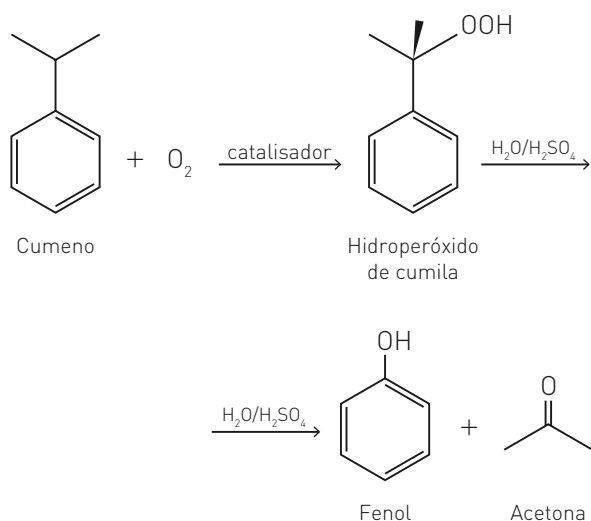


cafeína

- 01) A substância cafeína é sólida à temperatura e à pressão ambientes.
- 02) O café em pó possui o mesmo ponto de fusão da cafeína.
- 04) A cafeína presente no café tem propriedades diferentes da cafeína presente nos medicamentos.
- 08) A bebida café é preparada pelo processo de filtração simples, onde se obtém uma mistura homogênea.
- 16) O alto ponto de fusão da cafeína está relacionado com as interações dipolo permanente-dipolo permanente que mantêm as moléculas de cafeína unidas.

01, 08 e 16

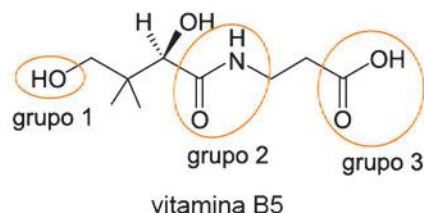
18. [Enem] O principal processo industrial utilizado na produção de fenol é a oxidação do cumeno (isopropilbenzeno). A equação mostra que esse processo envolve a formação do hidroperóxido de cumila, que em seguida é decomposto em fenol e acetona, ambos usados na indústria química como precursores de moléculas mais complexas. Após o processo de síntese, esses dois insumos devem ser separados para comercialização individual.



Considerando as características físico-químicas dos dois insumos formados, o método utilizado para a separação da mistura, em escala industrial, é a:

- a) filtração.
 - b) ventilação.
 - c) decantação.
 - d) evaporação.
 - ☒ e) destilação fracionada.
19. [Enem] Pesticidas são substâncias utilizadas para promover o controle de pragas. No entanto, após sua aplicação em ambientes abertos, alguns pesticidas organoclorados são arrastados pela água até lagos e rios e, ao passar pelas guelras dos peixes, podem difundir-se para seus tecidos lipídicos e lá se acumularem. A característica desses compostos, responsável pelo processo descrito no texto, é o(a):
- ☒ a) baixa polaridade.
 - b) baixa massa molecular.
 - c) ocorrência de halogênios.
 - d) tamanho pequeno das moléculas.
 - e) presença de hidroxilas nas cadeias.

20. [FCMSCSP] A deficiência de vitamina B5 está associada a desordens metabólicas e energéticas em seres humanos.



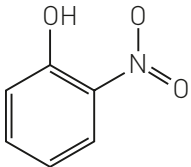
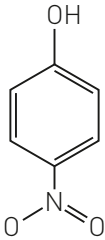
Reprodução/Santa Casa-SP 2018

Em relação à afinidade da vitamina B5 com a água e ao caráter ácido que os grupos circutados na estrutura conferem ao composto, é correto afirmar que a vitamina B5 é:

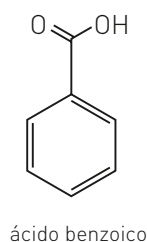
- a) hidrofílica e o grupo 2 apresenta o maior caráter ácido.
 - b) hidrofóbica e o grupo 1 apresenta o maior caráter ácido.
 - c) hidrofílica e o grupo 1 apresenta o maior caráter ácido.
 - ☒ d) hidrofílica e o grupo 3 apresenta o maior caráter ácido.
 - e) hidrofóbica e o grupo 3 apresenta o maior caráter ácido.
21. [Fuvest-SP] Uma estudante recebeu uma amostra de ácido benzoico sólido contendo impurezas. Para purificá-lo, ela optou por efetuar uma recristalização. No procedimento adotado, o sólido deve ser dissolvido em um solvente aquecido, e a solução assim obtida deve ser resfriada. Sendo as impurezas mais solúveis à temperatura ambiente, ao final devem ser obtidos cristais de ácido benzoico puro. Para escolher o solvente apropriado para essa purificação, a estudante fez testes de solubilidade com etanol, água e heptano. Inicialmente, os testes foram efetuados à temperatura ambiente, e a estudante descartou o uso de etanol. A seguir, efetuou testes a quente, e o heptano não se mostrou adequado. Nos testes de solubilidade, a estudante observou a formação de sistema heterogêneo quando tentou dissolver o ácido benzoico impuro em:

	à temperatura ambiente	a quente
a)	água	água
b)	etanol	heptano
☒ c)	água	heptano
d)	etanol	água
e)	heptano	água

22. (FSM/MED-RS) As ligações de hidrogênio intramoleculares diminuem a solubilidade de substâncias, uma vez que dificultam a formação de ligações de hidrogênio entre as moléculas de soluto e de solvente, como pode ser observado nos isômeros de posição orto-nitrofenol e para-nitrofenol.

Fórmula estrutural		
Nome	orto-nitrofenol	para-nitrofenol
Solubilidade (g/L)	2,0	16,9

Fenômeno semelhante ocorre com os ácidos orto-aminobenzoico e para-aminobenzoico, cujas solubilidades, a uma dada temperatura, são, respectivamente, 0,548 g/L e 6,85 g/L.



- a) Escreva a fórmula estrutural do ácido orto-aminobenzoico. Represente nessa fórmula a ligação de hidrogênio intramolecular que deve ser formada considerando apenas o elemento mais eletronegativo da molécula.
- b) Considerando que as massas molares dos ácidos orto-aminobenzoico e para-aminobenzoico sejam iguais a 137 g/mol e que uma substância não interfere na solubilidade da outra, calcule a relação máxima $\frac{n_{\text{para}}}{n_{\text{orto}}}$ que pode existir entre o número de mols de cada um desses ácidos em uma solução contendo ambas as substâncias.

23. (Enem)

Em sua formulação, o *spray* de pimenta contém porcentagens variadas de oleoresina de *Capsicum*, cujo princípio ativo é a capsaicina, e um solvente (um álcool como etanol ou isopropanol). Em contato com os olhos, pele ou vias respiratórias, a capsaicina causa um efeito inflamatório que gera uma sensação de dor e ardor, levando à cegueira tem-

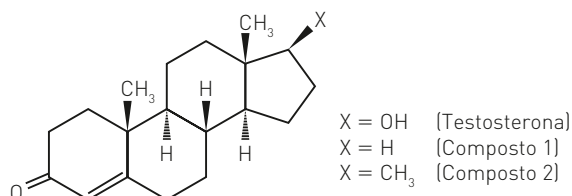
porária. O processo é desencadeado pela liberação de neuropeptídios das terminações nervosas.

Como funciona o gás de pimenta. Disponível em: <http://pessoas.hsw.uol.com.br>. Acesso em: 1 mar. 2012 (adaptado).

Quando uma pessoa é atingida com o *spray* de pimenta nos olhos ou na pele, a lavagem da região atingida com água é ineficaz porque a:

- a) reação entre etanol e água libera calor, intensificando o ardor.
- x b) solubilidade do princípio ativo em água é muito baixa, dificultando a sua remoção.
- c) permeabilidade da água na pele é muito alta, não permitindo a remoção do princípio ativo.
- d) solubilização do óleo em água causa um maior espalhamento além das áreas atingidas.
- e) ardência faz evaporar rapidamente a água, não permitindo que haja contato entre o óleo e o solvente.

24. (Enem) A lipofilia é um dos fatores fundamentais para o planejamento de um fármaco. Ela mede o grau de afinidade que a substância tem com ambientes apolares, podendo ser avaliada por seu coeficiente de partição.



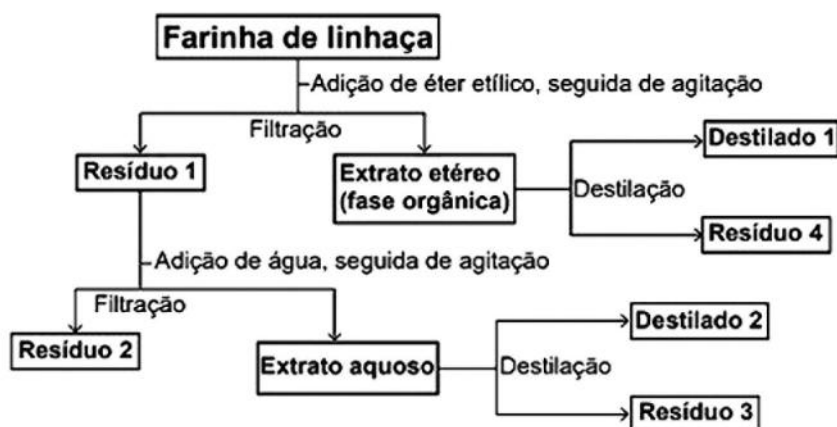
Reprodução/Enem, 2016

NOGUEIRA, L. J.; MONTANARI, C. A.; DONNICI, C. L. Histórico da evolução da química medicinal e a importância da lipofilia: de Hipócrates e Galeno a Paracelsus e as contribuições de Overton e de Hansch. *Revista Virtual de Química*. n. 3, 2009 (adaptado).

Em relação ao coeficiente de partição da testosterona, as lipofilias dos compostos 1 e 2 são, respectivamente:

- a) menor e menor que a lipofilia da testosterona.
- b) menor e maior que a lipofilia da testosterona.
- c) maior e menor que a lipofilia da testosterona.
- x d) maior e maior que a lipofilia da testosterona.
- e) menor e igual à lipofilia da testosterona.

25. (Enem) A farinha de linhaça dourada é um produto natural que oferece grandes benefícios para o nosso organismo. A maior parte dos nutrientes da linhaça encontra-se no óleo desta semente, rico em substâncias lipossolúveis com massas moleculares elevadas. A farinha também apresenta altos teores de fibras proteicas insolúveis em água, celulose, vitaminas lipossolúveis e sais minerais hidrossolúveis.



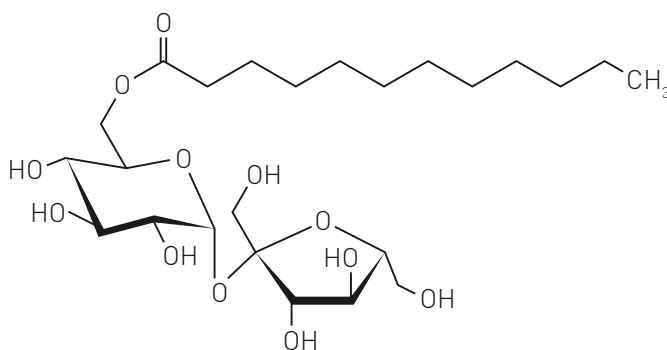
Considere o esquema, que resume um processo de separação dos componentes principais da farinha de linhaça dourada.

O óleo de linhaça será obtido na fração:

- a) Destilado 1. b) Destilado 2. c) Resíduo 2. d) Resíduo 3. **x** e) Resíduo 4.

26. [Vunesp-SP]

Os protetores solares são formulações que contêm dois componentes básicos: os ingredientes ativos (filtros solares) e os veículos. Dentre os veículos, os cremes e as loções emulsionadas são os mais utilizados, por associarem alta proteção à facilidade de espalhamento sobre a pele. Uma emulsão pode ser obtida a partir da mistura entre óleo e água, por meio da ação de um agente emulsionante. O laurato de sacarose (6-O-laurato de sacarose), por exemplo, é um agente emulsionante utilizado no preparo de emulsões.



laurato de sacarose

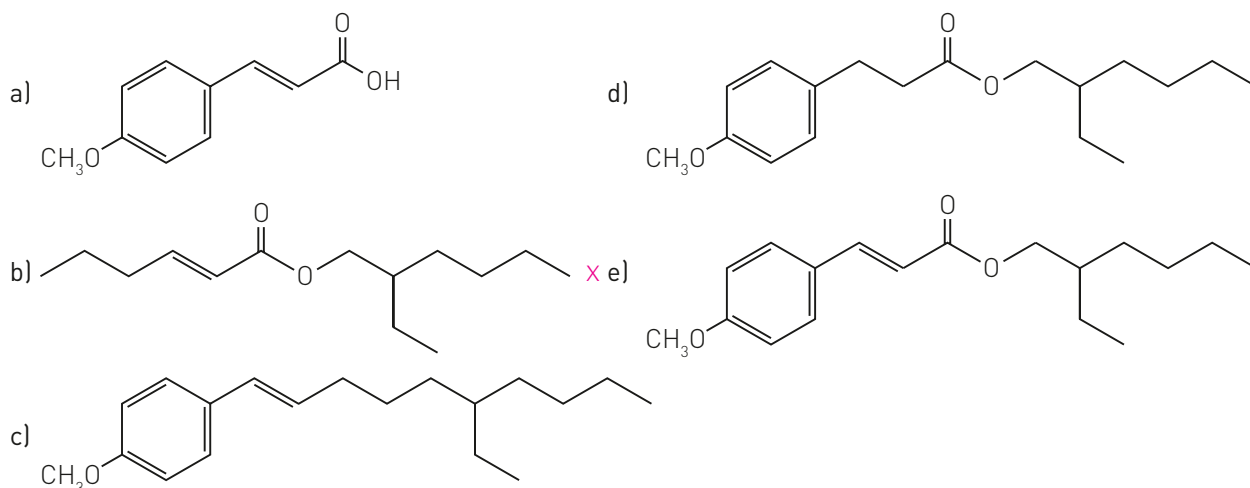
(Maurício Boscolo. "Sucroquímica". *Quím. Nova*, 2003. Adaptado.)

A ação emulsionante do laurato de sacarose deve-se à presença de:

- a) grupos hidroxila que fazem ligações de hidrogênio com as moléculas de água.
 b) uma longa cadeia carbônica que o torna solúvel em óleo.
 c) uma longa cadeia carbônica que o torna solúvel em água.
x d) grupos hidrofílicos e lipofílicos que o tornam solúvel nas fases aquosa e oleosa.
 e) grupos hidrofóbicos e lipofóbicos que o tornam solúvel nas fases aquosa e oleosa.

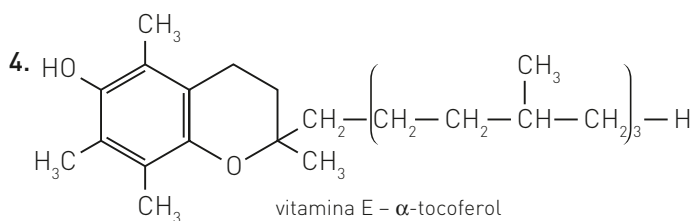
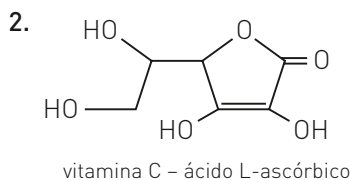
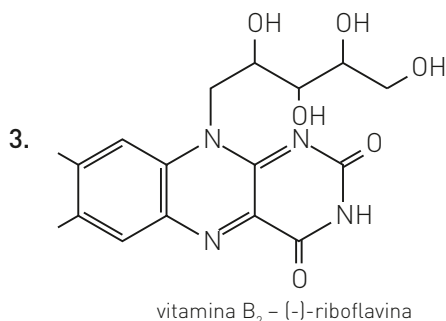
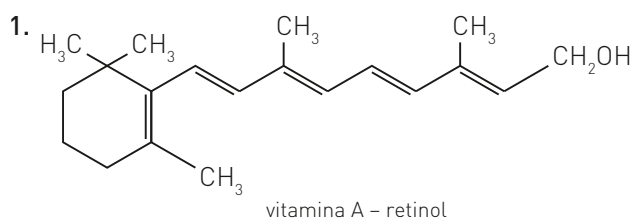
- 27.** [Enem] O uso de protetores solares em situações de grande exposição aos raios solares, como, por exemplo, nas praias, é de grande importância para a saúde. As moléculas ativas de um protetor apresentam, usualmente, anéis aromáticos conjugados com grupos carbonila, pois esses sistemas são capazes de absorver a radiação ultravioleta mais nociva aos seres humanos. A conjugação é definida como a ocorrência de alternância entre ligações simples e duplas em uma molécula. Outra propriedade das moléculas em questão é apresentar, em uma de suas extremidades, uma parte apolar responsável por reduzir a solubilidade do composto em água, o que impede sua rápida remoção quando do contato com a água.

De acordo com as considerações do texto, qual das moléculas apresentadas a seguir é a mais adequada para funcionar como molécula ativa de protetores solares?



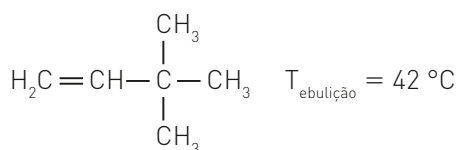
28. (UFPR) A necessidade diária de vitaminas pelo organismo é de apenas alguns microgramas ou miligramas, já que elas preenchem funções catalíticas. Vitaminas permitem o anabolismo e o catabolismo dos principais elementos nutritivos, dirigindo assim o metabolismo. Elas são classificadas em lipossolúveis e hidrossolúveis. Com base nessas informações e nos conhecimentos sobre o assunto:

- a) explique o significado dos termos lipossolúvel e hidrossolúvel.
b) classifique as estruturas abaixo em lipossolúveis e hidrossolúveis, justificando sua resposta.

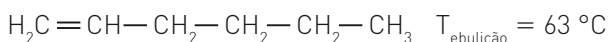


29. (Vunesp-SP) Dados os compostos I, II e III, a seguir:

Composto I:



Composto II:

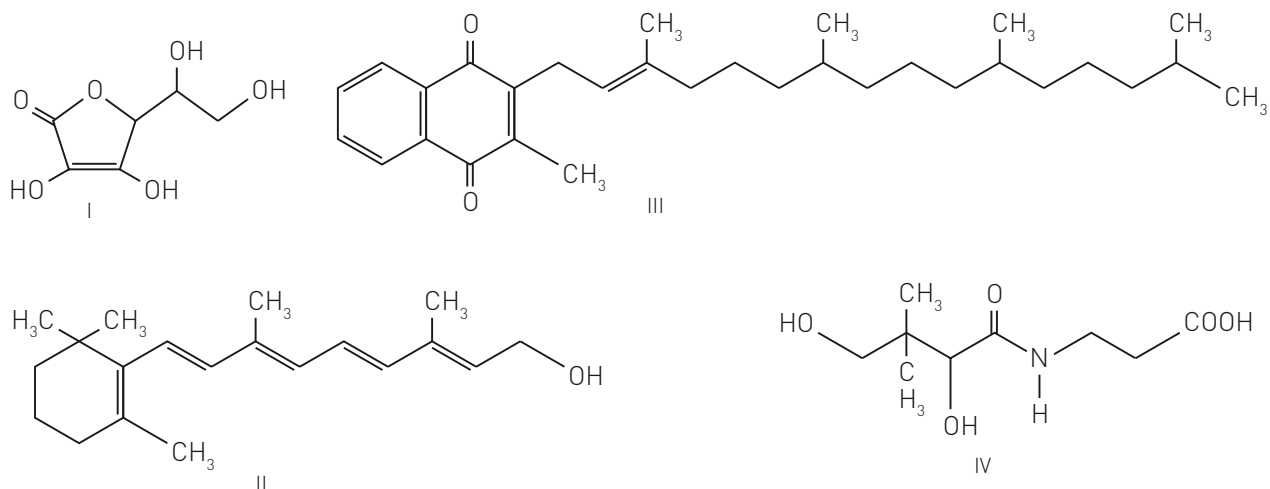


Composto III:



- a) Quais os nomes dos compostos I e II?
b) Os compostos I e II apresentam a mesma massa molar e diferentes temperaturas de ebulição. Comparando com as temperaturas de ebulição desses compostos, o que é possível afirmar sobre a temperatura de ebulição do composto III? Justifique sua resposta.

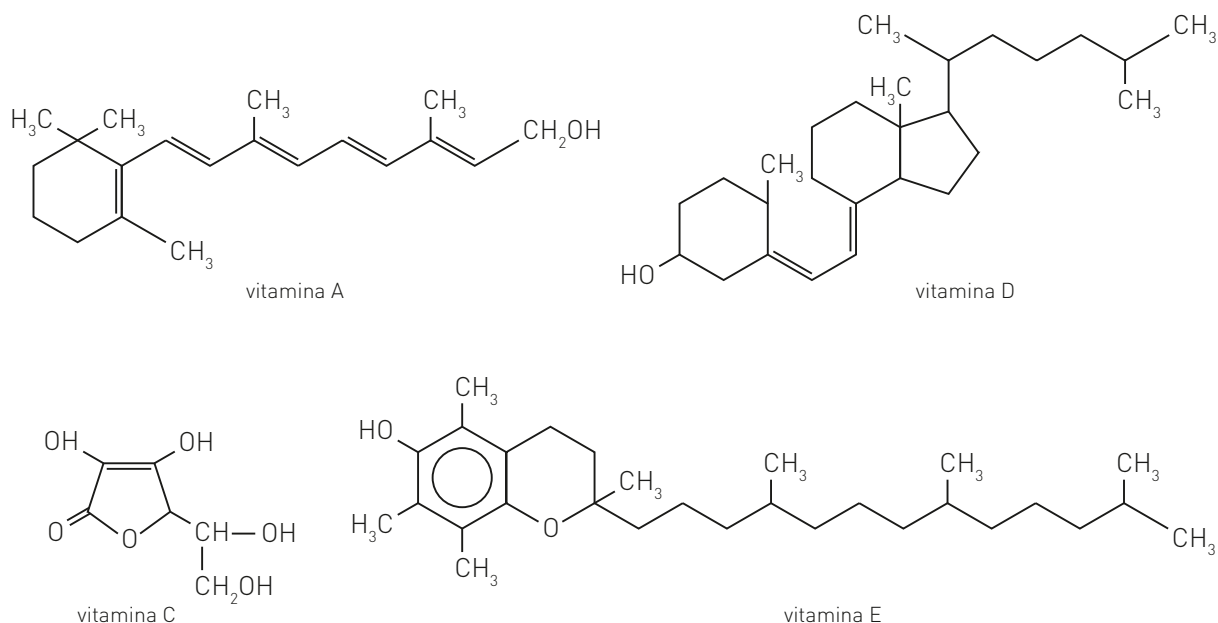
30. (Fuvest-SP) Alguns alimentos são enriquecidos pela adição de vitaminas, que podem ser solúveis em gordura ou em água. As vitaminas solúveis em gordura possuem uma estrutura molecular com poucos átomos de oxigênio, semelhante à de um hidrocarboneto de longa cadeia, predominando o caráter apolar. Já as vitaminas solúveis em água têm estrutura com alta proporção de átomos eletronegativos, como o oxigênio e o nitrogênio, que promovem forte interação com a água. A seguir estão representadas quatro vitaminas:



Dentre elas, é adequado adicionar, respectivamente, a sucos de frutas puros e a margarinas as seguintes:

- a) I e IV. b) II e III. c) III e IV. d) III e I. **e) IV e II.**
31. (Vunesp-SP) As vitaminas são substâncias orgânicas necessárias em pequenas quantidades como coenzimas ou enzimas, em processos metabólicos distintos que são fundamentais para o funcionamento normal do organismo.

Dadas as estruturas das vitaminas, responda ao que se solicita.



- a) Comprimidos de vitaminas D e C foram triturados e misturados. O que você faria para separá-los? Justifique sua resposta baseando-se nas estruturas das vitaminas.
- b) Indique as funções orgânicas presentes nas vitaminas A e E.

32. [Fuvest-SP] A tabela a seguir contém dados sobre alguns ácidos carboxílicos.

Nome	Fórmula	Ponto de ebulição a 1 atm (°C)	Densidade a 20 °C (g/mL)
Ácido etanoico	$\text{H}_3\text{CCO}_2\text{H}$	118	1,04
Ácido n-butanoico	$\text{H}_3\text{C}(\text{CH}_2)_2\text{CO}_2\text{H}$	164	0,96
Ácido n-pentanoico	$\text{H}_3\text{C}(\text{CH}_2)_3\text{CO}_2\text{H}$	186	0,94
Ácido n-hexanoico	$\text{H}_3\text{C}(\text{CH}_2)_4\text{CO}_2\text{H}$	205	0,93

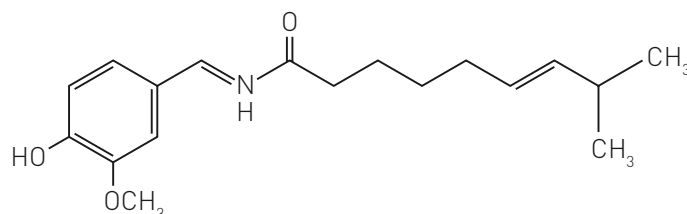
Assinale a alternativa que apresenta uma afirmação coerente com as informações fornecidas na tabela.

- x a) A 20 °C, 1 mL de ácido etanoico tem massa maior do que 1 mL de ácido n-pentanoico.
 b) O ácido propanoico ($\text{H}_3\text{CCH}_2\text{CO}_2\text{H}$) deve ter ponto de ebulição (a 1 atm) acima de 200 °C.
 c) O acréscimo de um grupo $-\text{CH}_2-$ à cadeia carbônica provoca o aumento da densidade dos ácidos carboxílicos.
 d) O aumento da massa molar dos ácidos carboxílicos facilita a passagem de suas moléculas do estado líquido para o gasoso.
 e) O ácido n-butanoico deve ter pressão de vapor menor que o ácido n-hexanoico, a uma mesma temperatura.
33. [Fuvest-SP] Uma determinada quantidade de metano (CH_4) é colocada para reagir com (Cl_2) em excesso, a 400 °C, gerando HCl (g) e os compostos organoclorados H_3CCl , H_2CCl_2 , HCCl_3 , CCl_4 , cujas propriedades são mostradas na tabela. A mistura obtida ao final das reações químicas é então resfriada a 25 °C, e o líquido, formado por uma única fase e sem HCl , é coletado.

Composto	Ponto de fusão (°C)	Ponto de ebulição (°C)	Solubilidade em água a 25 °C (g/L)	Densidade do líquido a 25 °C (g/L)
H_3CCl	-97,4	-23,8	5,3	—
H_2CCl_2	-96,7	39,6	17,5	1,327
HCCl_3	-63,5	61,2	8,1	1,489
CCl_4	-22,9	76,7	0,8	1,587

A melhor técnica de separação dos organoclorados presentes na fase líquida e o primeiro composto a ser separado por essa técnica são:

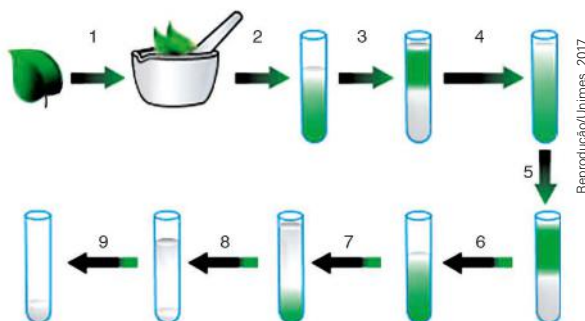
- a) decantação; H_3CCl .
 b) destilação fracionada; CCl_4 .
 c) cristalização; HCCl_3 .
 x d) destilação fracionada; H_2CCl_2 .
 e) decantação; CCl_4 .
34. [Unicamp-SP] Já faz parte do folclore brasileiro alguém pedir um “prato quente” na Bahia e se dar mal. Se você come algo muito picante, sensação provocada pela presença da capsaicina [fórmula estrutural mostrada a seguir] no alimento, logo toma algum líquido para diminuir essa sensação. No entanto, nem sempre isso adianta, pois logo em seguida você passa a sentir o mesmo ardor.



- a) Existem dois tipos de pimenta em conserva, um em que se usa vinagre e sal, e outro em que se utiliza óleo comestível. Comparando-se os dois tipos, observa-se que o óleo comestível se torna muito mais picante que o vinagre. Em vista disso, o que seria mais eficiente para eliminar o ardor na boca provocado pela ingestão de pimenta: vinagre ou óleo? Justifique sua escolha baseando-se apenas nas informações dadas.

b) Durante uma refeição, a ingestão de determinados líquidos nem sempre é palatável; assim, se o “prato quente” também estiver muito salgado, a ingestão de leite faz desaparecer imediatamente as duas sensações. Baseando-se nas interações químicas entre os componentes do leite e os condimentos, explique por que ambas as sensações desaparecem após a ingestão do leite. Lembre-se que o leite é uma suspensão constituída de água, sais minerais, proteínas, gorduras e açúcares.

35. (Unimes-SP) O esquema e o quadro apresentados a seguir explicam um processo de obtenção de DNA de folhas de um vegetal.



Etapas	Procedimento	Finalidade
1	Pulverizar o tecido vegetal em um almofariz contendo N_2 líquido.	Romper as paredes celulares.
2	Adicionar ao vegetal em pó detergente e solução de pH 8,0. Aquecer a mistura $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 20 minutos.	Liberar o DNA.
3	Adicionar clorofórmio: álcool isoamílico 24:1 (v/v).	Separar os ácidos nucleicos das proteínas e dos polissacarídeos.
4	Agitar cuidadosamente.	
5	Centrifugar e separar a fração aquosa.	
6	Coletar a fração aquosa.	Precipitar o DNA.
7	Adicionar álcool isopropílico a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ à fração aquosa.	
8	Centrifugar.	
9	Lavar o precipitado com etanol 70% (v/v).	Purificar e obter o DNA sólido.

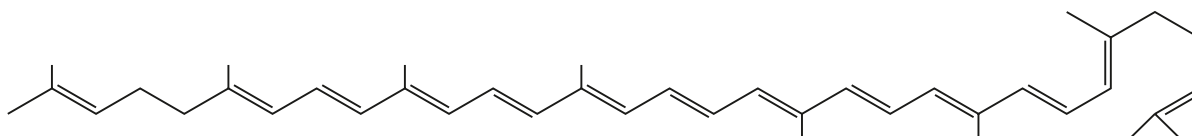
(www.biotecnologia.com.br. Adaptado.)

- a) O procedimento descrito na etapa 1 deve ser definido como uma moagem ou uma extração? Justifique sua resposta.
- b) Explique, à luz das interações intermoleculares, por que a adição de álcool isopropílico (C_3H_8O), conforme indicado na etapa 7, leva à precipitação do DNA.

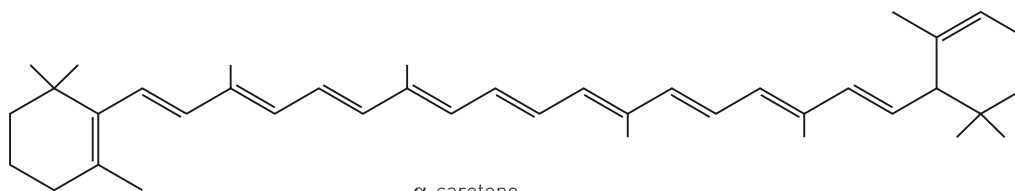
36. (Enem)

A cromatografia em papel é um método de separação que se baseia na migração diferencial dos componentes de uma mistura entre duas fases imiscíveis. Os componentes da amostra são separados entre a fase estacionária e a fase móvel em movimento no papel. A fase estacionária consiste de celulose praticamente pura, que pode absorver até 22% de água. É a água absorvida que funciona como fase estacionária líquida e que interage com a fase móvel, também líquida (partição líquido-líquido). Os componentes capazes de formar interações intermoleculares mais fortes com a fase estacionária migram mais lentamente.

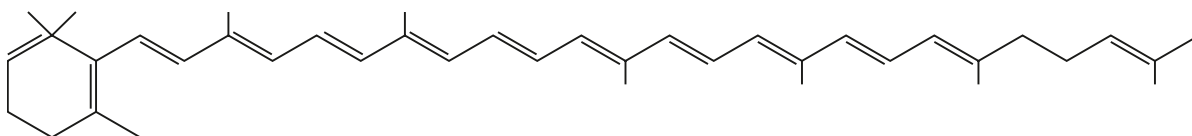
Uma mistura de hexano com 5% (v/v) de acetona foi utilizada como fase móvel na separação dos componentes de um extrato vegetal obtido a partir de pimentões. Considere que esse extrato contém as substâncias representadas.



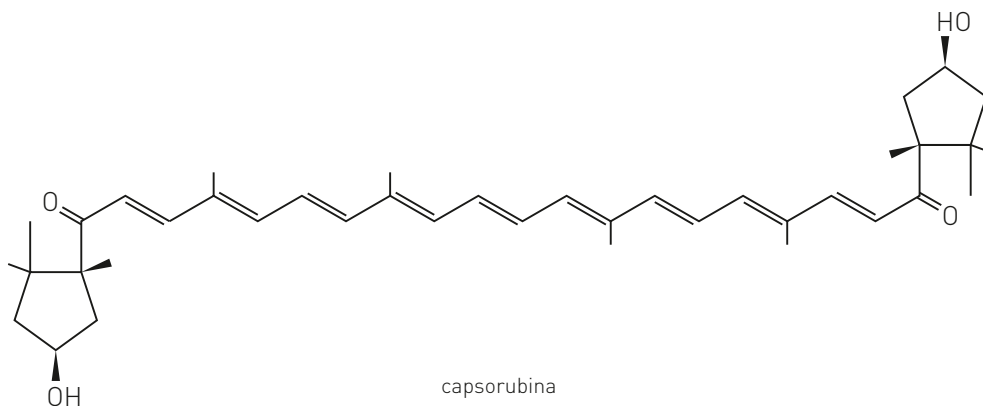
licopeno



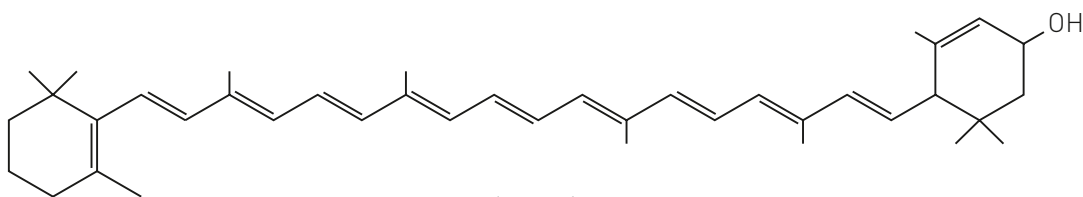
α -caroteno



γ -caroteno



capsorubina



α -criptoxantina

RIBEIRO, N. M.; NUNES, C. R. Análise de pigmentos de pimentões por cromatografia em papel, *Química Nova na Escola*, n. 29, ago. 2008 (adaptado).

A substância presente na mistura que migra mais lentamente é o(a):

- a) licopeno.
- b) α -caroteno.
- c) γ -caroteno.
- x d) capsorubina.
- e) α -criptoxantina.

Como isso é doce!

As interações intermoleculares fornecem a base química para o paladar humano reconhecer o sabor doce de muitos produtos. A indústria de adoçantes artificiais desenvolveu-se com base no sabor doce de produtos químicos descobertos nos laboratórios quase que por acidente.

Em 1878, Ira Remsen estava trabalhando até tarde em seu laboratório quando, ao olhar de relance para o relógio, percebeu que estava atrasado para um jantar com os amigos. Na sua pressa para deixar o laboratório, esqueceu-se de lavar as mãos. Mais tarde, à noite, durante o jantar, ele teve apenas que partir um pedaço de pão para perceber quanto estava doce. Percebeu que o sabor adocicado era resultado do produto químico com o qual vinha trabalhando no laboratório e correu de volta para lá, onde havia isolado a sacarina, o primeiro dos adoçantes artificiais.

Em 1937, enquanto trabalhava no seu laboratório, Michael Sveda estava fumando um cigarro (um hábito, no mínimo, muito perigoso!). Ao tocar seu lábio com o cigarro, ficou surpreso com o paladar extremamente doce. Quando purificou o produto químico que tinha nas mãos, verificou ser o ciclamato, uma matéria-prima utilizada por muitos anos pela indústria de adoçantes artificiais.

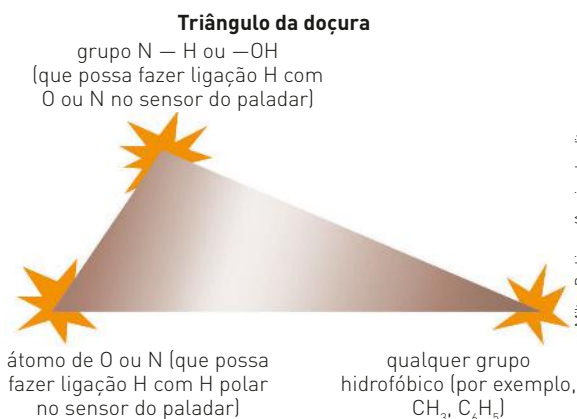
Em 1965, James Schlatter estava pesquisando drogas antiúlcera para a indústria farmacêutica G. D. Searle. Durante seu trabalho, acidentalmente, ingeriu uma pequena quantidade do seu preparado e verificou surpreso que tinha um sabor muito doce. Após ser purificada, a substância de sabor doce mostrou ser o aspartame, uma molécula que consiste em dois aminoácidos ligados. Uma vez que apenas uma pequena quantidade de aspartame é necessária para adoçar, passou a ser um excelente adoçante artificial de baixo teor calórico. Hoje, o aspartame é um dos alicerces da indústria de adoçantes artificiais.

Há mais de 50 moléculas diferentes que têm o sabor doce, e todas têm formas moleculares semelhantes. O triângulo da teoria dos adoçantes, desenvolvido por Lamont Kier (Faculdade de Farmácia de Massachusetts), indica que essas moléculas contêm três sítios que produzem a estrutura apropriada para se ligar ao sensor do paladar e disparar o gatilho da resposta que registra em nosso cérebro o “doce”.

O sensor do paladar é composto de proteínas que podem formar ligações de hidrogênio com outras moléculas. As proteínas contêm grupos $\text{N}-\text{H}$ e OH (com o hidrogênio disponível para ligação), assim como grupos $\text{C}=\text{O}$ (fornecendo oxigênio para a ligação de hidrogênio). As moléculas que são doces também contêm grupos de H ligantes, incluindo OH , NH_2 e O ou N . As moléculas não devem ter apenas os átomos apropriados para formar as ligações de hidrogênio, mas também conter uma região hidrofóbica (repelente a H_2O). O triângulo no diagrama mostra que os três sítios são necessários. A molécula deve conter os três sítios localizados a uma distância apropriada.

A pesquisa para novos e melhores adoçantes continua. O adoçante perfeito deve ter as seguintes qualidades: (1) ser tão ou mais doce do que a sacarose (açúcar de mesa), (2) não ser tóxico, (3) acionar o sensor do paladar e registrar o sabor doce rapidamente, (4) liberar-se facilmente para que o sabor não perdure em demasia, (5) não ter calorias, (6) ser estável quando cozido ou dissolvido e (7), é claro, ser barato. Os cientistas continuam a pesquisar diferentes moléculas que possuam essas qualidades.

Fonte: Hein, M.; Arena, S. *Foundations of College Chemistry*. Books/Cole. A Division of International Thomson Publishing Inc. Tradução de Gerardo Gerson Bezerra de Souza e Roberto de Barros Faria.



Reflita

1. Quais os cuidados que um técnico ou pesquisador deve ter ao terminar seu trabalho em um laboratório?
2. Quais as características dos compostos de proteína que fazem parte do sensor do paladar?
3. Por que a molécula de proteína deve conter uma parte hidrofóbica?
4. Qual a importância da estabilidade dos adoçantes quando cozidos ou dissolvidos?

Atividade prática

Polaridade e ligações intermoleculares



Veja as orientações de segurança do laboratório

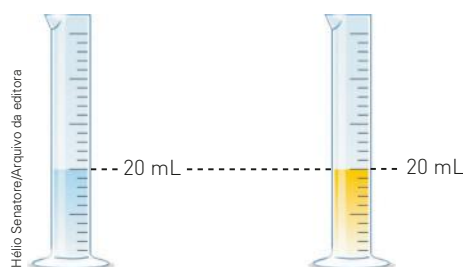
Material

- gasolina comum
- água
- 2 provetas, 1 delas com rolha

Procedimento

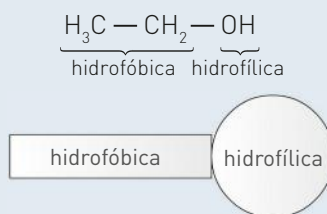
Nas provetas, coloque separadamente volumes iguais de gasolina comum e água. A seguir, despeje o conteúdo de uma das provetas na outra e agite. Deixe o sistema em repouso.

Observe.

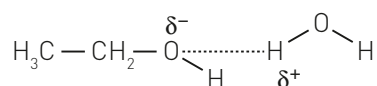


O petróleo e seus derivados (gasolina, querosene, óleo *diesel*) são compostos apolares; a água é polar.

A gasolina no Brasil pode conter de 20% a 25% em volume de etanol. O etanol é uma substância polar que apresenta uma parte hidrofílica e outra hidrofóbica.



A interação entre as moléculas de água e a parte polar do etanol é muito intensa — ligações de hidrogênio:



Essas ligações de hidrogênio são interações mais intensas do que as que existem entre a parte apolar do etanol e as moléculas de gasolina, por isso o etanol se dissolve de preferência na água.

Agora, responda:

1. O sistema final é homogêneo ou heterogêneo?
2. De que é constituída a fase mais densa? E a menos densa?
3. Leia o volume final de gasolina (V_f) e compare com seu volume inicial (V_i), determinando a porcentagem de etanol.

$$\left. \begin{array}{l} [V_i - 100\%] \\ [V_f - x\%] \end{array} \right\} x\% = \text{porcentagem de gasolina}$$

Portanto, a porcentagem de etanol é $(100 - x)\%$.

4. A gasolina analisada está adulterada?

Unidade 1 – Os compostos orgânicos

Capítulo 1 – O carbono e os tipos de ligações covalentes

Fundamentando seus conhecimentos (p. 28)

1. A: 2 elétrons; B: 3 elétrons; C: 1 elétron.
2. A: 2 ligações; B: 3 ligações; C: 1 ligação.
3. I: sigma (σ); II: pi (π); III: sigma (σ).

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 28)

1. 7 ligações σ e 1 ligação π .
2. e.
3. a.
4. c.
5. 08.
6. 35.

Desafiando seus conhecimentos (p. 29)

1. d.
2. 21 ligações σ e 5 ligações π .
3. c.
4. c.
6. 9 ligações σ e 2 ligações π .
7. d.
8. a.

Complemento – Hibridização

Exercícios (p. 40)

1. d.
2. d.
3. b.
4. b.

5. a) Átomos que fazem ligação simples: sp^3 ; átomos que fazem ligação dupla: sp^2 ;
b) 24 ligações σ e 4 ligações π .
6. a) $C_{19}H_{26}O$;
b) 6;
c) 11.
7. b.
9. b.
10. $a = 120^\circ$; $b = 180^\circ$; $c = 120^\circ$; $c = 109^\circ 28'$.
11. Carbono 1: sp^2 ; carbono 6: sp^3 ;
12. 02, 08 e 16.
13. b.
14. b.
15. $F - V - V - V - F - V - F$.
16. b.
17. $F - V - V - F - V$.
18. 01 e 04.
20. d.
23. a.

Capítulo 2 – Compostos orgânicos

Fundamentando seus conhecimentos (p. 57)

9. 1 – simples; 2 – dupla; 3 – simples; 4 – tripla.
10. 1 – simples; 2 – tripla; 3 – simples; 4 – tripla.
11. 1 – dupla; 2 – simples; 3 – simples; 4 – dupla.
12. 1 – dupla; 2 – dupla; 3 – simples; 4 – dupla.
18. I. aberta; normal; saturada; heterogênea.
II. aberta; normal; saturada; heterogênea.
III. aberta; ramificada; insaturada; homogênea.
IV. aberta; normal; insaturada; homogênea.
V. fechada; não aromática; insaturada; homogênea; mononuclear.
VI. fechada; não aromática; saturada; homogênea; mononuclear.

VII. fechada; aromática; insaturada; homogênea; mononuclear.

VIII. fechada; aromática; insaturada; homogênea; polinuclear.

19. Aberta; normal; saturada; homogênea.
20. Aberta; ramificada; insaturada; homogênea.
21. Aberta; ramificada; insaturada; homogênea.
22. Aberta; normal; saturada; heterogênea.
23. Cíclica; não aromática; normal; insaturada; homogênea.
24. Cíclica; aromática; normal; insaturada; homogênea.
25. Mista; aromática; ramificada; insaturada; heterogênea.
26. Apenas III.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 60)

1. a.
2. d.
3. a.
4. b.
5. b.
6. b.
7. e.
8. I. Normal, insaturada e homogênea.
II. Normal, saturada e homogênea.
III. Normal, saturada e heterogênea.
IV. Ramificada, insaturada e heterogênea.
9. b.
10. c.
11. c.
12. c.
13. c.
14. e.
15. d.

16. 04 e 08.

17. d.

Desafiando seus conhecimentos (p. 63)

1. a.
2. d.
3. e.
4. c.
5. d.
6. c.
8. e.
9. c.
10. a, c.
11. d.
12. 01, 02 e 04.
13. a.
14. a.
15. d.
16. a.
17. d.
20. Metionina.
21. a.

Unidade 2 – Funções orgânicas: hidrocarbonetos

Capítulo 3 – Classificação dos hidrocarbonetos

Fundamentando seus conhecimentos (p. 75)

2. a) Nonano.
b) Hexano.
c) Heptano.
3. c.
4. I. 12 átomos; II. 22 átomos.
5. c.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 80)

2. I. pent-2-eno.
II. hex-1-eno.
III. hept-3-eno.
3. I. hex-1-eno.
II. oct-2-eno.
4. I. 10 átomos de H.
II. 20 átomos de H.
6. Eteno; etileno.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 83)

2. I. hex-1-ino.
II. non-4-ino.
3. I. pent-1-ino.
II. non-2-ino.
4. I. 8 átomos de H.
II. 18 átomos de H.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 85)

2. I. propa-1,2-dieno ou, simplesmente, propadieno.
II. pent-1,3-dieno.
3. I. octa-1,2-dieno.
II. hepta-1,3-dieno.
III. hepta-1,3-dieno.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 88)

1. I. ciclobutano
II. ciclopentano
III. cicloexano
3. I. C_4H_8
II. C_5H_{10}
III. C_6H_{12}

Fundamentando seus conhecimentos (p. 89)

2. C_2H_3 .
3. 2 átomos.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 91)

1. Benzeno e naftaleno.
3. C_6H_6 ; $C_{10}H_8$.
4. CH ; C_5H_4 .
6. Benzeno.
7. Redução de hematita (minério de ferro) em ferro metálico.
8. A fração líquida que contém a solução de compostos nitrogenados (águas amoniacais).
9. Aromáticos.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 92)

1. a.
2. d.
3. a.
5. a.
8. a.
10. a.
13. I. Penta-1,2-dieno.
II. Penta-1,3-dieno.
III. Penta-1,4-dieno.
IV. Penta-2,3-dieno.
18. b.
19. e.
20. e.

Desafiando seus conhecimentos (p. 94)

1. Aberta, linear, insaturada e homogênea.

2. hex-3-eno.
3. Fórmula molecular: C_6H_{12} ; fórmula mínima: CH_2 .
4. Hexano
5. b.
6. a.
8. b.
9. d.
10. a.
13. 0,2 L ou 200 mL.
14. a) Lanterna II.
b) Lanterna II.
15. c.
17. b.

Capítulo 4 – Grupos orgânicos substituintes e radicais

Fundamentando seus conhecimentos (p. 99)

1. a) isopropil.
b) butil.
c) fenil.
d) sec-butil.
e) vinil.
f) isobutil.
g) benzil.
h) terc-butil.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 100)

1. I. metil;
II. etil;
III. vinil;
IV. terc-butil.
3. A: metil; B: propil; C: sec-butil; D: isobutil;
E: isopropil.
6. A: propeno; B: pent-2-eno; C: non-4-eno.

Desafiando seus conhecimentos (p. 101)

1. Posição 1: isopropil;
Posição 4: vinil;
Posição 5: terc-butil.
2. d.
3. 16.
4. d.
5. a.
7. c.
8. c.
9. c.
10. a.
11. c.

Capítulo 5 – Hidrocarbonetos ramificados

Fundamentando seus conhecimentos (p. 112)

3. I. 4; II. 1; III. metil.
4. I. 2,4-dimetilpentano;
II. 2,2-dimetilpentano.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 116)

2. Molecular: C_7H_{14} ; mínima: CH_2 .
3. 20 ligações σ e 1 ligação π .
4. 2-metil-hexa-2-eno.
6. I. 4-etil-6-metil-hepta-2-eno;
II. 3-etil-3-metil-hexa-1-ino;
III. 3-etil-2,3-dimetil-hexa-4-eno.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 120)

2. I. 1,1-dietil-3-metilciclo-hexano;
II. 1,3,5-trimetilbenzeno;
III. 3,3 dimetilciclobuteno.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 122)

1. I. etil;
II. vinil;
III. propil;
IV. sec-butil;
V. isobutil.
7. a.
8. e.
9. d.
10. b.
11. e.
12. d.
14. e.
15. a.
16. F – V – F – V – F.
17. b.

Desafiando seus conhecimentos (p. 124)

1. d.
2. c.
3. b.
4. e.
5. d.
6. e.
7. c.
8. a.
9. c.
10. b.
11. a.
12. c.
13. I. 3-etil-5,5-dimetil-hex-1-ino;
II. 1-etil-3-metilciclopentano.
14. b.
15. 2,3-dimetilbut-2-eno.

16. 1-etil-2-metilciclopentano.
17. c.
18. c.
20. d.
21. e.
22. e.
23. d.

Capítulo 6 – Fontes de hidrocarbonetos

Fundamentando seus conhecimentos (p. 139)

1. O petróleo é uma mistura constituída principalmente por hidrocarbonetos, contendo também carvão e enxofre e alguns de seus compostos.
2. O petróleo flutua na água do mar por ter uma densidade menor.
3. Destilação fracionada.
4. GLP, gasolina, querosene, *diesel* e piche.
5. Qualquer fração do petróleo é uma mistura.
7. 1. GLP; 2. Gasolina; 3. Querosene; 4. Óleo *diesel*.
8. Óleo *diesel*.
9. I – B; II – C, III – A.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 140)

1. I. EUA e Arábia Saudita.
II. 2,605 milhões de barris/dia.
III. Brasil e Venezuela.
IV. EUA.
V. Norte.
VI. 713 600 000 L.
2. e.
3. d.
4. c.
5. d.

- 6. b.
- 7. c.
- 9. a.
- 10. c.
- 11. a.
- 12. c.
- 13. e.
- 15. c.
- 16. c.
- 17. a.

Desafiando seus conhecimentos (p. 146)

- 1. 02, 08 e 16.
- 2. 01, 02, 04 e 08.
- 3. 01 e 04.
- 5. 02, 04 e 08.
- 6. d.
- 7. b.
- 8. e.
- 9. b.
- 10. e.
- 11. b.
- 12. b.
- 13. b.
- 14. e.
- 15. c.

Capítulo 7 – Combustão

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 158)

- 2. d.
- 3. e.
- 4. d.
- 5. c.

- 7. b.
- 8. a.

Desafiando seus conhecimentos (p. 159)

- 1. c.
- 2. e.
- 4. a.
- 5. e.
- 6. 01 e 08.
- 7. e.
- 8. a.

Unidade 3 – Outras funções orgânicas

Capítulo 8 – Funções orgânicas oxigenadas

Fundamentando seus conhecimentos (p. 173)

- 2. propan-2-ol.
- 3. Álcool isopropílico.
- 4. Álcool secundário.
- 7. I. 3-metilbutan-2-ol;
II. propano-1,2,3-triol;
III. 5-metil-hex-5-en-2-ol.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 174)

- 1. a.
- 2. a.
- 3. A afirmação é falsa, pois toda reação libera substâncias químicas.
- 4. $\text{HO} - \text{CH}_3$; metanol.
- 6. a.

- 7. e.
- 8. d.
- 9. b.
- 10. d.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 180)

- 1. Substituição de H por OH.
- 2. Porque o fenol é tóxico e corrosivo. Soda cáustica e produtos de limpeza à base de amônia (ambos com características básicas).

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 180)

- 1. b.
- 3. I, II e V.
- 4. II.
- 5. I, II e V.
- 6. c.
- 7. b.
- 8. a.
- 9. c.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 184)

- 2. I. 4-metilpentanal;
II. butanodial.
- 6. 3-metilbutanal.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 184)

- 1. I. pentanal;
II. 3-etilpentanal;
III. pentanodial.
- 2. but-2-enal e 2-metilpentanodial.
- 3. a.

- 6. d.
- 7. e.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 187)

- 2. I. hepan-2-ona;
II. heptan-3-ona;
III. heptan-4-ona;
IV. pentan-2-ona.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 188)

- 1. b.
- 2. c.
- 3. a.
- 4. b.
- 5. c.
- 6. a.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 192)

- 2. I. ácido hexanoico;
II. ácido butanodioico.
- 4. ácido-3-metil-hex-2-enoico.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 192)

- 1. e.
- 2. b.
- 3. d.
- 4. I. ácido 2,2-dimetilbutanoico;
II. ácido 4-metilpentanoico;
III. ácido 3-etilpentanodioico.
- 6. b.
- 7. b.
- 8. e.
- 9. c.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 195)

- I. formiato de potássio;
II. acetato de sódio;
III. oxalato de cálcio;
IV. acetato de bário.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 196)

6. c.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 200)

- b.
- e.
- b.
- d.
- c.
- d.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 203)

- $C_{24}H_{30}O_7$.
- Sete.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 204)

1. d. 2. d. 6. e.

Desafiando seus conhecimentos (p. 205)

- d.
- c.
- b.
- c.
- b.
- c.
- c.
- c.

- c.
- a.
- c.
- a.
- I, III e VI.
- d.
- a; c.
- e.
- e.
- c.
- c.
- b.
- a.
- d.
- b.
- d.
- d.
- d.
- c.
- a.
- d.
- a.
- b.
- c.
- a.
- d.
- a.
- b.
- c.
- a.
- d.
- c.
- a.
- 01, 02, 04 e 16.
- 01, 08 e 16.
- d.

Capítulo 9 – Funções orgânicas nitrogenadas

Fundamentando seus conhecimentos (p. 218)

- I. etilmetilamina;
II. etilfenilisopropilamina.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 218)

- 2. a.
- 3. c.
- 4. c.
- 7. e.
- 8. a.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 222)

- 2. a) butanamida;
b) nonanamida;
c) hexanamida;
d) 2,4,4-trimetilpentanamida.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 222)

- 3. a) Amida;
b) Proteínas ou ureia.
- 6. É usada em fertilizantes, polímeros, medicamentos, etc.
- 7. c.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 225)

- 2. V – F – V – V.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 226)

- 1. a.

Desafiando seus conhecimentos (p. 227)

- 1. 08, 16 e 32.
- 2. b.
- 3. d.
- 5. e.

- 6. c.

- 9. e.

- 10. e.

- 11. a.

- 12. e.

- 13. c.

- 14. b.

- 15. b.

- 16. d.

- 17. b.

- 18. b.

- 20. b.

- 21. c.

Capítulo 10 – Funções orgânicas halogenadas, sulfonadas e organometálicos

Fundamentando seus conhecimentos (p. 235)

- 2. 1-clorobutano.
- 3. C_4H_9Cl .

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 236)

- 1. a.
- 3. c.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 238)

- 2. a) ácido hexano-3-sulfônico;
b) ácido heptano-2-sulfônico.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 239)

- 2. undecano-1-sulfonato de sódio.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 240)

2. I. brometo de tercbutil-magnésio;
II. cloreto de vinilmagnésio;
III. brometo de propilmagnésio.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 242)

2. 3-metilbutano-1-tiol tem cadeia ramificada, saturada, homogênea e alifática.
But-2-eno-1-tiol tem cadeia alifática, normal, insaturada e homogênea.
3. O 3-metilbutano-1-tiol.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 242)

1. a) sulfeto de metiletila;
b) sulfeto de dietila.
2. b.
3. I. C;
II. A;
III. B.
4. A: pentano-3-tiona;
B: sulfeto de dietila;
C: pentano-3-tiol.

Desafiando seus conhecimentos (p. 242)

2. c.
5. a.
7. 80 g.

Unidade 4 – Sinopse das funções orgânicas

Capítulo 11 – Compostos de função mista

Fundamentando seus conhecimentos (p. 249)

2. a.
3. e.
4. b.
5. d.
6. a.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 255)

1. I. álcool;
II. hidrocarboneto;
III. ácido carboxílico;
IV. éter;
V. éster;
VI. amina.
2. I. éter e cetona;
II. amina e ácido carboxílico;
III. fenol e éster;
IV. éster, enol e álcool.
3. Vitamina A: álcool. Vitamina E: fenol, éter.
4. Cetona e álcool.
5. Penicilina-G: amida, tioéter e ácido carboxílico.
Tetraciclina: fenol, álcool, cetona, enol, amina, amida.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 256)

1. Éster.
2. a) Aldeído.
b) Aldeído.
c) Cetona.
3. Fenol, éter.
4. Aldeído, éter, fenol.
5. Éter, amida.
6. A: éter, fenol, cetona;
B: éter, cetona.

7. Éter, amida.

8. d.

9. e.

10. c.

11. a.

12. e.

13. c.

14. c.

15. b.

16. e.

17. b.

18. e.

20. b.

21. a.

22. a.

23. c.

24. b.

25. b.

Desafiando seus conhecimentos (p. 263)

1. a.

2. c.

3. b.

4. a.

5. b.

6. e.

7. b.

8. a.

10. e.

11. d.

12. 04 e 16.

14. b.

15. d.

16. d.

17. c.

19. e.

20. e.

22. c.

Capítulo 12 – Propriedades físicas dos compostos orgânicos

Fundamentando seus conhecimentos (p. 280)

1. I. hidrocarboneto;
II. álcool;
III. ácido carboxílico;
IV. éster;
V. amina;
VI. amina.

2. I. apolar;
II. polar;
III. polar;
IV. polar;
V. polar;
VI. polar.

3. O composto I.

4. $TE(I) < TE(III)$.

5. II, III, IV, V e VI.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 280)

1. I. Dipolo induzido-dipolo induzido nas três substâncias.
II. dimetilpropano < metilbutano < pentano.

2. a.

3. a.

4. e.

5. c.

7. c.

8. a.

- 9. c.
- 10. b.
- 12. b.
- 13. c.
- 14. c.
- 15. c.
- 16. c.
- 17. b.
- 18. c.
- 21. a.

**Desafiando seus conhecimentos
(p. 287)**

- 1. a.
- 2. d.
- 3. c.
- 4. c.
- 5. a.
- 6. c.
- 7. c.
- 8. a.

- 10. b.
- 11. a.
- 13. e.
- 14. c.
- 15. a.
- 16. a.
- 17. 01, 08 e 16.
- 18. e.
- 19. a.
- 20. d.
- 21. c.
- 23. b.
- 24. d.
- 25. e.
- 26. d.
- 27. e.
- 30. e.
- 32. a.
- 33. d.
- 36. d.

Sumário

Sumário – Parte II

UNIDADE 5 – ISOMERIA	315
Capítulo 13 – Conceito de isomeria.....	316
O que é isomeria?.....	316
Capítulo 14 – Isomeria plana.....	323
Classes de isomeria plana.....	323
Capítulo 15 – Isomeria espacial.....	333
Isomeria geométrica ou <i>cis-trans</i>	333
Conexão – Fisiologia	338
Isomeria óptica.....	349
Conexão – Saúde e nutrição	370
Complemento – Uma nova nomenclatura para isômeros ópticos	372
UNIDADE 6 – REAÇÕES ORGÂNICAS DE HIDROCARBONETOS	373
Capítulo 16 – Tipos de reações orgânicas.....	374
Substituição.....	374
Complemento – Química Verde	385
Capítulo 17 – Reações de substituição.....	388
Halogenação.....	388
Nitração.....	390
Sulfonação.....	391
Alquilação.....	392
Acilação.....	392
Conexão – Indústria	393
Dirigência nos aromáticos.....	402
Complemento – Mecanismo de reações orgânicas	415
Capítulo 18 – Reações de adição.....	419
Hidrogenação catalítica.....	419
Halogenação.....	421
Hidratação de alquenos e alquinos.....	423
Outras reações de adição.....	423
Complemento – Mais sobre adições	435
Capítulo 19 – Reações de oxidação.....	439
Combustão.....	439
Oxidação branda.....	440
Ozonólise de alquenos.....	441
Oxidação enérgica de alquenos.....	442
Conexão – Sustentabilidade	454
Complemento – Outras reações de oxidação	455
UNIDADE 7 – REAÇÕES DE OUTRAS FUNÇÕES ORGÂNICAS	457
Capítulo 20 – Álcoois.....	458
Reações dos álcoois.....	459
Conexão – Tecnologia	460
Alguns métodos de obtenção de álcoois.....	468
Atividade prática – Preparando “vinho”	485
Capítulo 21 – Aldeídos e cetonas.....	486
Reações de aldeídos e cetonas.....	487
Métodos de obtenção de aldeídos e cetonas.....	491
Leia, analise e responda – Biobaterias	502
Capítulo 22 – Ácidos carboxílicos.....	503
Conexão – Saúde	505
Conexão – Saúde	508
Propriedades químicas dos ácidos carboxílicos.....	509
Conexão – Higiene	512
Reações dos ácidos carboxílicos.....	514
Métodos de obtenção de ácidos carboxílicos.....	515
Conexão – Segurança pública	529

Capítulo 23 – Ésteres	531
Classificação dos ésteres.....	531
Conexão – Saúde	538
Propriedades químicas dos ésteres.....	540
Leia, analise e responda –	
Alcoólise.....	570
Conexão – Saúde	573
Atividade prática – Produzindo sabão.....	575
Capítulo 24 – Aminas, aminoácidos e amidas	577
Aminas.....	577
Aminoácidos.....	579
Amidas.....	583
Métodos de obtenção.....	585
UNIDADE 8 – POLÍMEROS	599
Introdução – Macromoléculas.....	600
Capítulo 25 – Polímeros sintéticos	602
Polímeros de adição.....	602
Conexão – Tecnologia	606
Polímeros de condensação.....	614
Conexão – Tecnologia	618
Polímeros de rearranjo.....	619
Ação do calor sobre polímeros.....	620
Conexão – Meio ambiente	622
Atividade prática – Preparando um polímero.....	645
Capítulo 26 – Polímeros naturais	646
Borracha.....	646
Carboidratos.....	648
Conexão – Saúde	651
Conexão – Saúde	652
Conexão – Tecnologia	656
Proteínas ou polipeptídeos.....	658
Conexão – Saúde	659
Conexão – Saúde	662
Atividade prática – Produzindo um polímero doméstico.....	673
Leia, analise e responda –	
Goma de mascar.....	674
Gabarito da Parte II	676
Bibliografia	686

Isomeria

As propriedades físicas e químicas das substâncias estão diretamente relacionadas às suas estruturas. Ou seja, dependem não somente dos átomos que as constituem, mas também de como eles estão ligados e dispostos no espaço.

Os isômeros são compostos que apresentam a mesma fórmula molecular, mas diferentes fórmulas estruturais, podendo apresentar-se como imagens especulares.

Como será que a estrutura dos compostos influencia suas propriedades?



A superfície da água funciona como um espelho plano, refletindo parte da paisagem e originando uma imagem virtual e revertida.

Puntarik/Shutterstock

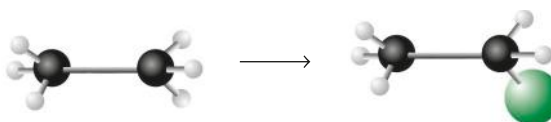
NESTA UNIDADE VAMOS ESTUDAR:

- Construção de diferentes fórmulas moleculares a partir de uma mesma fórmula estrutural.
- Isomeria plana.
- Isomeria espacial (geométrica e óptica).

Conceito de isomeria

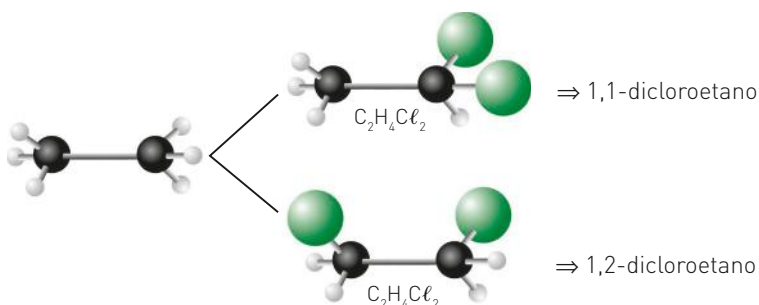
O que é isomeria?

Quando se substitui um átomo de hidrogênio do etano por um átomo de cloro, pode-se obter somente uma substância, pois, qualquer que seja o hidrogênio substituído, a estrutura obtida será sempre a mesma:



Porém, quando se substituem dois átomos de hidrogênio por dois átomos de cloro, obtêm-se duas substâncias diferentes, pois podem ocorrer duas possibilidades:

Ilustrações: Banco de imagens/Aquivo da editora



Os dois hidrogênios substituídos podem estar ligados ao mesmo carbono.

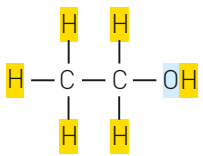
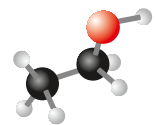
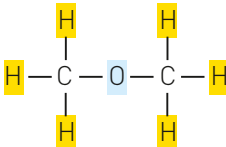
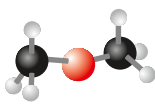
Os dois hidrogênios substituídos podem estar ligados a carbonos diferentes.

Os dois compostos diferentes possuem os mesmos átomos, na mesma quantidade, mas apresentam estruturas diferentes.

Esse é um exemplo do fenômeno denominado **isomeria**.

A isomeria é um fenômeno muito comum na Química orgânica e é explicada pela propriedade do carbono de fazer múltiplas combinações.

Um dos exemplos mais simples e que caracteriza muito bem a isomeria é o que ocorre com os compostos de fórmula C_2H_6O . A essa fórmula molecular correspondem duas substâncias muito diferentes, tanto nas suas propriedades físicas quanto nas químicas, como mostrado no quadro abaixo.

Fórmulas estruturais	Propriedades		
	Solubilidade em água	TE	Reatividade com sódio (Na)
 álcool etílico C_2H_6O 	infinita	78,5 °C	muito reativo
 éter dimetílico C_2H_6O 	pouco solúvel	-23,6 °C	não reage

Assim, atualmente se define:

Isomeria: fenômeno caracterizado pela ocorrência de duas ou mais substâncias diferentes que apresentam a mesma fórmula molecular, mas diferentes fórmulas estruturais.

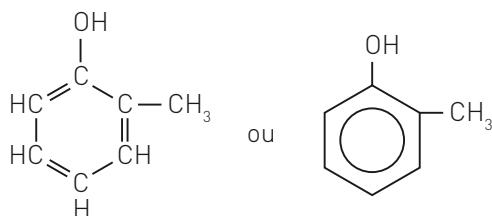
O estudo da isomeria será dividido em duas partes: **plana** e **espacial (estereoisomeria)**.

Exercícios resolvidos

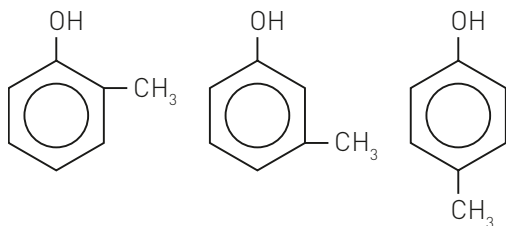
1. (Fuvest-SP) Escreva as fórmulas estruturais dos fenóis que possuem a fórmula molecular C_7H_8O .

Solução

Fenóis são compostos que apresentam a hidroxila ligada diretamente ao anel benzênico. Como o número total de carbonos dado no enunciado é igual a 7 e o anel benzênico só tem 6 carbonos, deduzimos que o anel benzênico deve apresentar uma ramificação com 1 carbono:



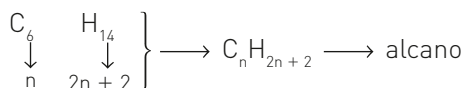
A única possibilidade de obtermos estruturas diferentes dessa consiste em mudar a posição relativa dos grupos. Então, pode-se ter, com a mesma fórmula molecular C_7H_8O , três estruturas:



2. Escreva as fórmulas estruturais dos isômeros planos de fórmula molecular C_6H_{14} .

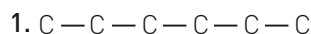
Solução

Inicialmente devemos determinar a qual tipo de hidrocarboneto esse composto pertence, usando a fórmula geral:

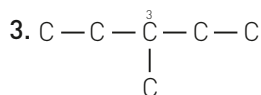
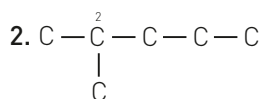


Assim, concluímos que todos os isômeros devem ter cadeia aberta, saturada, homogênea, podendo ser normal ou ramificada.

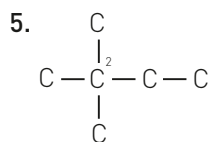
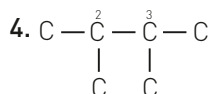
Comece colocando todos os carbonos em uma cadeia normal:



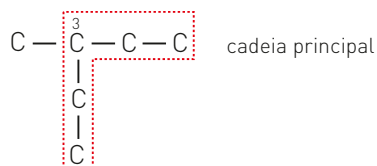
A seguir, represente uma cadeia com 5 C e determine as posições que outro C pode ocupar sendo uma ramificação.



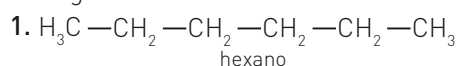
Agora, diminua a cadeia principal para 4 C e coloque, onde originar estruturas diferentes, os 2 C restantes.

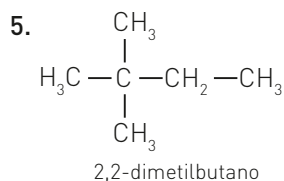
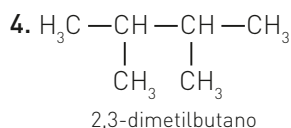
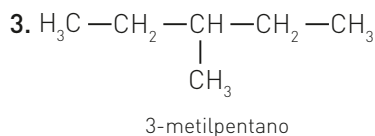
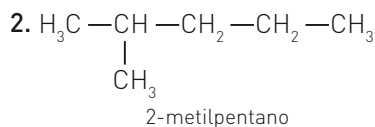


Obs.: Repare que se colocássemos os 2 C juntos, formando um grupo etil, obteríamos uma estrutura igual a 3.



Finalmente, escreva as estruturas colocando os hidrogênios.



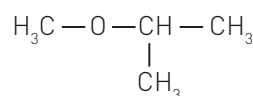
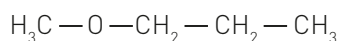
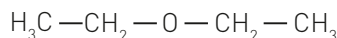


3. [Cesgranrio-RJ] Quantos éteres alifáticos diferentes têm a fórmula molecular $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$?

- a) 1 c) 3 e) 5
b) 2 d) 4

Solução

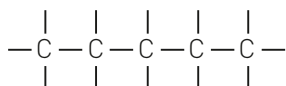
Éteres são compostos que apresentam um átomo de oxigênio situado entre grupos: $\text{R}-\text{O}-\text{R}'$. Assim, de acordo com o enunciado, a soma dos carbonos contidos nos dois grupos deve ser igual a 4, o que nos possibilita as seguintes estruturas:



Resposta: alternativa c.

Fundamentando seus conhecimentos

1. Quantas estruturas planas diferentes podem ser obtidas pela colocação de 1 átomo de cloro no esqueleto carbônico a seguir?



2. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais planas diferentes para cada fórmula molecular:

I. HCCl_3 ;

II. C_2H_4 ;

III. C_2H_2 ;

IV. C_3H_8 .

3. Represente as duas fórmulas estruturais planas para os alcanos de fórmula molecular C_4H_{10} .

4. Represente as fórmulas estruturais dos trimetilbenzenos.

5. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais planas dos três alquenos de fórmula molecular C_4H_8 .

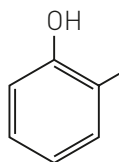
6. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais planas dos dois cicloalcanos de fórmula molecular C_4H_8 .

7. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais planas dos compostos cuja fórmula molecular é C_3H_6 .

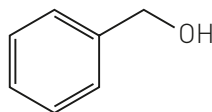
8. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais planas de quatro álcoois e de três éteres cuja fórmula molecular é $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$.

Desenvolvendo seus conhecimentos

1. [Vunesp-SP] Examine as estruturas do ortocresol e do álcool benzílico.



ortocresol



álcool benzílico

O ortocresol e o álcool benzílico
a) apresentam a mesma função orgânica.

- ☒ b) são isômeros.
c) são compostos alifáticos.
d) apresentam heteroátomo.
e) apresentam carbono quiral.

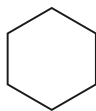
2. (PUC-RS) Em uma aula de química orgânica, o professor escreveu no quadro a fórmula C_4H_8O e perguntou a quatro alunos que composto tal fórmula poderia representar. Veja, abaixo, as respostas.

Aluno	Composto
1	butanal
2	butanoato de metila
3	butanona
4	ácido butanoico

O professor considerou certas as respostas dadas pelos alunos:

- a) 1 e 2.
☒ b) 1 e 3.
c) 2 e 4.
d) 3 e 4.
e) 1, 2 e 3.

3. A estrutura abaixo representa um hidrocarboneto cíclico saturado.



Escreva a fórmula estrutural e o nome de um hidrocarboneto de cadeia aberta e reta que seja isômero do hidrocarboneto mencionado.

4. (FGV-SP) Considere os compostos orgânicos: (I) 1-butanol, (II) metoxipropano, (III) ácido butanoico, (IV) butanal e (V) 2-butanona. O etanoato de etila é isômero do composto:

- a) I.
b) II.
☒ c) III.
d) IV.
e) V.

5. (UPM-SP) Considere a nomenclatura IUPAC dos seguintes hidrocarbonetos.

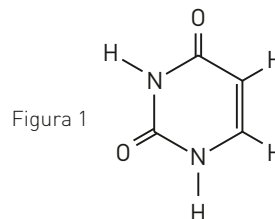
- I. metil-ciclobutano.
II. 3-metil-pentano.
III. pentano.
IV. ciclo-hexano.
V. pent-2-eno.

A alternativa que relaciona corretamente compostos isoméricos é:

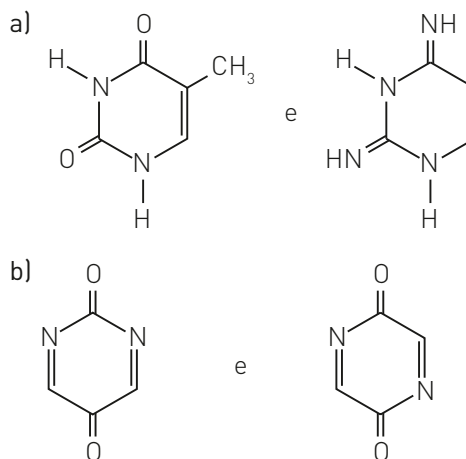
- a) I e III.
b) III e V.
☒ c) I e V.
d) II e IV.
e) II e III.

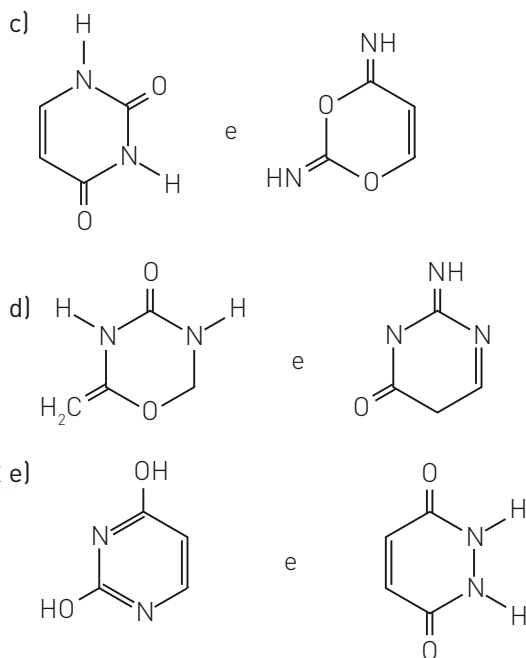
6. (UFSM-RS) A história da maioria dos municípios gaúchos coincide com a chegada dos primeiros portugueses, alemães, italianos e de outros povos. No entanto, através dos vestígios materiais encontrados nas pesquisas arqueológicas, sabemos que outros povos, anteriores aos citados, protagonizaram a nossa história. Diante da relevância do contexto e da vontade de valorizar o nosso povo nativo, "o índio", foi selecionada a área temática CULTURA e as questões foram construídas com base na obra "Os Primeiros Habitantes do Rio Grande do Sul" (CUSTÓDIO, L. A. B., organizador. Santa Cruz do Sul: Edunisc; Iphan, 2004). A grande miscigenação ocorrida entre os índios, brancos e negros no Rio Grande do Sul e no Brasil é um campo amplo e aberto para uma recente ciência, a chamada arqueologia genética. Ela abrange o estudo do material genético de indivíduos para determinar suas origens.

A uracila é uma base constituinte do DNA (observe a figura 1).

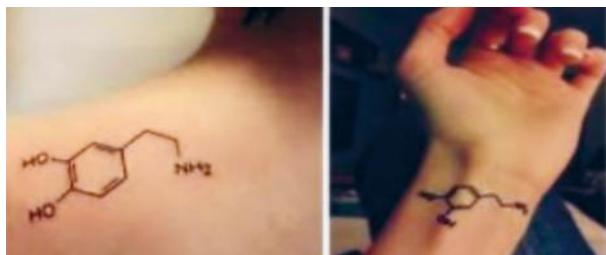


Qual das alternativas a seguir apresenta somente isômeros da uracila?

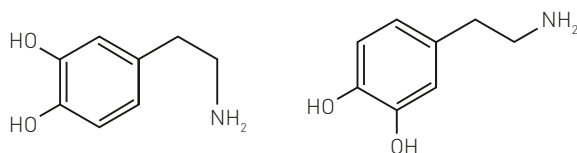




7. (Unicamp-SP) Atualmente, parece que a Química vem seduzindo as pessoas e tem-se observado um número cada vez maior de pessoas portando tatuagens que remetem ao conhecimento químico. As figuras a seguir mostram duas tatuagens muito parecidas, com as correspondentes imagens tatuadas mais bem definidas abaixo.



Reprodução/Unicamp, 2016

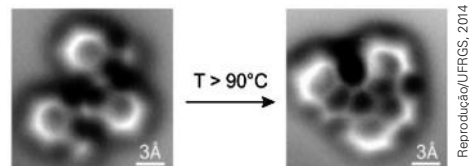


As imagens representam duas fórmulas estruturais, que correspondem a dois

- a) compostos que são isômeros entre si.
x b) modos de representar o mesmo composto.
 c) compostos que não são isômeros.
 d) compostos que diferem nas posições das ligações duplas.

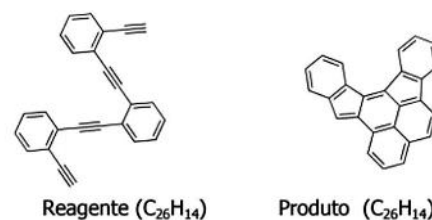
8. (UFRGS-RS) Em 2013, cientistas conseguiram pela primeira vez “fotografar” uma reação de rearranjo de uma molécula orgânica em resolução atômica ($3 \text{ \AA} = 3 \cdot 10^{-10} \text{ m}$), usando micros-

copia de força atômica. A imagem obtida é mostrada abaixo. A representação das estruturas do reagente e do produto, como se costuma encontrar em livros de química, também está mostrada abaixo, e a semelhança entre ambas é marcante.



Reprodução/UFRGS, 2014

Disponível em: <<http://www.cchem.berkeley.edu/frfgrp/index/html>>. Acesso em: 3 set. 2013.



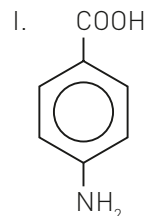
Considere as seguintes afirmações a respeito desses compostos.

- I. Ambos são hidrocarbonetos aromáticos.
 II. Ambos têm na sua estrutura a presença de carbonos com geometria trigonal plana.
 III. Reagentes e produtos são compostos isômeros.

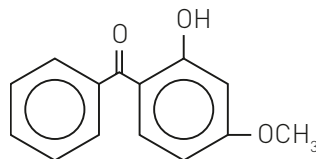
Quais estão corretas?

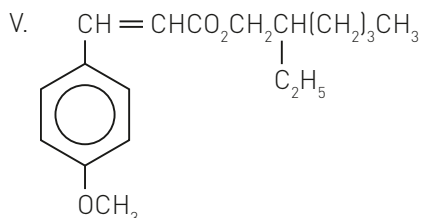
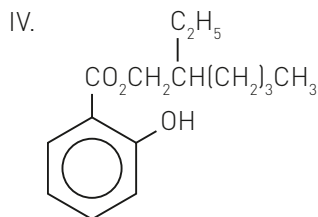
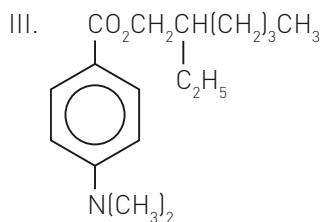
- a) Apenas I.
 b) Apenas II.
 c) Apenas III.
 d) Apenas I e II.
x e) I, II e III.

9. (UnB-DF) A seguir têm-se as estruturas de algumas substâncias comumente usadas em protetores solares. Essas substâncias bloqueiam seletivamente a radiação ultravioleta, prejudicial à saúde. Suas estruturas químicas incluem anel benzênico substituído.



II.





- I. ácido p-aminobenzoico (PABA)
- II. 2-hidróxi-4-metoxibenzofenona (ozibenzona)
- III. p-(n,n-dimetil) aminobenzoato de 2-etil-hexila
- IV. salicilato de 2-etil-hexila
- V. p-metoxicinamato de 2-etil-hexila

Com relação a essas estruturas químicas, são feitas as seguintes afirmações:

- (1) Os compostos II e V contêm a função éter.
- (2) O composto III é isômero de outro composto de fórmula molecular $C_{17}H_{27}NO_2$.
- (3) O composto IV contém a função fenol.
- (4) Por conterem anel benzênico, os compostos apresentados podem ser classificados como aromáticos.

São corretas as afirmações:

- a) Nenhuma.
- b) Somente 1 e 2.
- c) Somente 3 e 4.
- d) Somente 1 e 4.

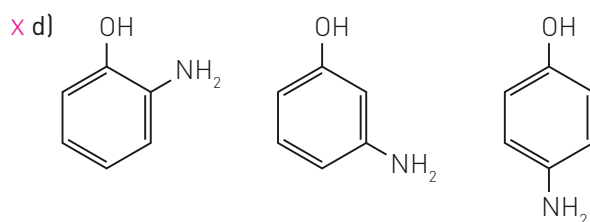
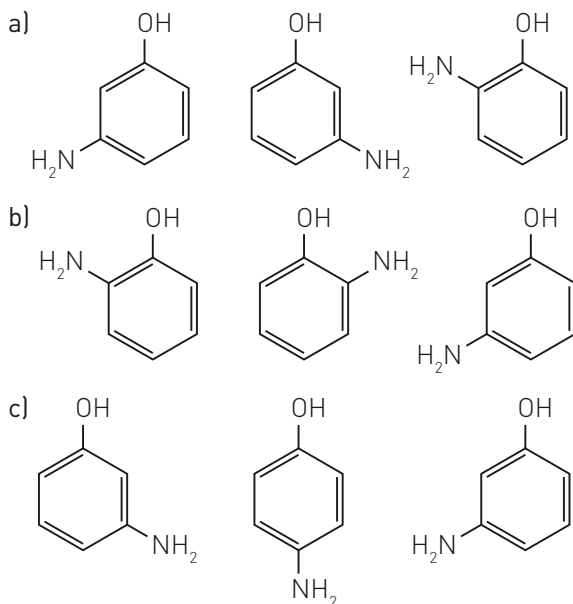
x e) Todas.

Desafiando seus conhecimentos

1. (Uerj) Aminofenóis são compostos formados pela substituição de um ou mais átomos de hidrogênio ligados aos carbonos do fenol por grupamentos NH_2 .

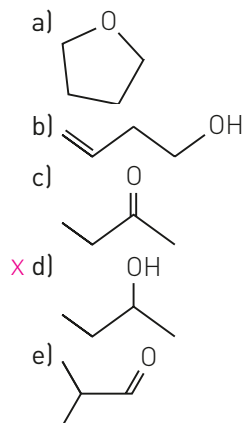
Com a substituição de apenas um átomo de hidrogênio, são formados três aminofenóis distintos.

As fórmulas estruturais desses compostos estão representadas em:



2. (Unioeste-PR) Isômeros constitucionais são moléculas que apresentam a mesma fórmula molecular diferindo entre si, pela conectividade dos átomos que tomam parte da estrutura.

Considerando a fórmula molecular C_4H_8O , assinale a alternativa que representa a estrutura que NÃO é isômera das demais.



3. (Enem) Motores a combustão interna apresentam melhor rendimento quando podem ser adotadas taxas de compressão mais altas nas suas câmaras de combustão, sem que o combustível sofra ignição espontânea. Combustíveis com maiores índices de resistência à compressão, ou seja, maior octanagem, estão associados a compostos com cadeias carbônicas menores, com maior número de ramificações e com ramificações mais afastadas das extremidades da cadeia. Adota-se como valor padrão de 100% de octanagem o isômero do octano mais resistente à compressão.

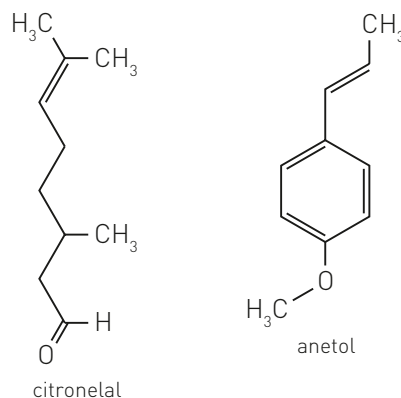
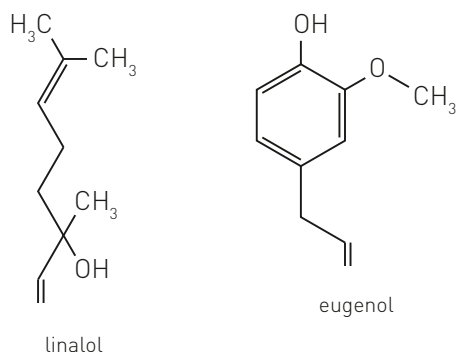
Com base nas informações do texto, qual dentre os isômeros seguintes seria esse composto?

- a) n-octano.
- b) 2,4-dimetil-hexano.
- c) 2-metil-heptano.
- d) 2,5-dimetil-hexano.
- ☒ e) 2,2,4-trimetilpentano.

4. (PUC-SP) O ácido butanoico é formado a partir da ação de micro-organismos sobre moléculas de determinadas gorduras, como as encontradas na manteiga. Seu odor característico é percebido na manteiga rançosa e em alguns tipos de queijo. São isômeros do ácido butanoico as substâncias

- a) butanal, butanona e ácido 2-metilbutanoico.
- b) acetato de metila, etóxi etano e butan-2-ol.
- c) butan-1-ol, acetato de etila e etóxi etano.
- d) ácido metilpropanoico, butanona e ácido pentanoico.
- ☒ e) acetato de etila, ácido metilpropanoico e propanoato de metila.

5. (Fuvest-SP) As fórmulas estruturais de alguns componentes de óleos essenciais, responsáveis pelo aroma de certas ervas e flores, são:



Dentre esses compostos, são isômeros:

- a) anetol e linalol.
 - b) eugenol e linalol.
 - c) citronelal e eugenol.
 - ☒ d) linalol e citronelal.
 - e) eugenol e anetol.
6. (UFF-RJ) Os hidrocarbonetos de fórmula geral C_nH_{2n+2} são usados para produção de energia. A combustão total do n-hexano na presença de oxigênio produz dióxido de carbono, água e calor. Com base na informação, represente:
- a) a equação química balanceada na combustão do n-hexano;
 - b) a massa do hexano necessária para produzir 56 L de dióxido de carbono nas CNTP;
 - c) as fórmulas estruturais e dê a nomenclatura de todos os isômeros do n-hexano.
7. (ITA-SP) Considere as substâncias o-diclorobenzeno e p-diclorobenzeno.
- a) Escreva as fórmulas estruturais de ambas as substâncias.
 - b) Para ambas as substâncias, forneça um nome sistemático diferente daquele informado no enunciado.
 - c) Qual das duas substâncias tem maior ponto de ebulição? Justifique sua resposta.
8. (Uerj) Um processo petroquímico gerou a mistura, em partes iguais, dos alcinos com fórmula molecular C_6H_{10} . Por meio de um procedimento de análise, determinou-se que essa mistura continha 24 gramas de moléculas de alcinos que possuem átomo de hidrogênio ligado a átomo de carbono insaturado. A massa da mistura, em gramas, corresponde a:
- a) 30
 - b) 36
 - ☒ c) 42
 - d) 48

Isomeria plana

Nesse tipo de isomeria, pode-se verificar a diferença entre os isômeros pelo estudo de suas fórmulas estruturais planas.

A isomeria plana é subdividida em cinco classes:

- isomeria de função;
- isomeria de cadeia (ou de núcleo ou constitucional);
- isomeria de posição;
- isomeria de compensação (metameria);
- isomeria dinâmica (tautomeria).

Classes de isomeria plana

Isomeria de função: os isômeros pertencem a funções diferentes.

Fórmula molecular	Isômeros	
	Função e fórmula estrutural	Função e fórmula estrutural
C_2H_6O	álcool $H_3C - CH_2 - OH$	éter $H_3C - O - CH_3$
C_3H_6O	aldeído $H_3C - CH_2 - C \begin{smallmatrix} \nearrow O \\ \searrow H \end{smallmatrix}$	cetona $\begin{smallmatrix} O \\ \\ H_3C - C - CH_3 \end{smallmatrix}$
$C_3H_6O_2$	ácido carboxílico $H_3C - CH_2 - C \begin{smallmatrix} \nearrow O \\ \searrow OH \end{smallmatrix}$	éster $H_3C - C \begin{smallmatrix} \nearrow O \\ \searrow O - CH_3 \end{smallmatrix}$

Isomeria de cadeia (ou de núcleo ou constitucional): os isômeros pertencem à mesma função, mas apresentam diferentes tipos de cadeia.

Fórmula molecular	Isômeros	
	Função e fórmula estrutural	Função e fórmula estrutural
C_4H_8O	aldeído $H_3C - CH_2 - CH_2 - C \begin{smallmatrix} \nearrow O \\ \searrow H \end{smallmatrix}$ (cadeia reta)	aldeído $\begin{smallmatrix} & & O \\ & & \\ H_3C - CH - C \\ & \searrow \\ CH_3 & H \end{smallmatrix}$ (cadeia ramificada)
C_3H_6	hidrocarboneto $H_2C = CH - CH_3$ (cadeia aberta)	hidrocarboneto $\begin{smallmatrix} H_2 \\ \\ C \\ / \quad \backslash \\ H_2C \quad CH_2 \end{smallmatrix}$ (cadeia fechada)

Isomeria de posição: os isômeros pertencem à mesma função e têm o mesmo tipo de cadeia, mas apresentam diferença na posição de um grupo funcional, de uma ramificação ou de uma insaturação.

Fórmula molecular	Isômeros	
	Função e fórmula estrutural	Função e fórmula estrutural
C_3H_8O	álcool $H_3C-CH_2-\overset{\text{OH}}{\underset{ }{CH_2}}$	álcool $H_3C-\overset{\text{OH}}{\underset{ }{CH}}-CH_3$
C_4H_6	hidrocarboneto $H_3C-CH_2-C\equiv CH$	hidrocarboneto $H_3C-C\equiv C-CH_3$

Isomeria de compensação (metameria): os isômeros pertencem à mesma função e têm o mesmo tipo de cadeia, mas apresentam diferença na posição de um heteroátomo.

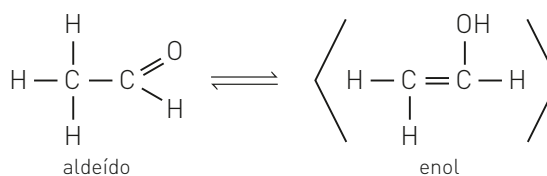
Fórmula molecular	Isômeros	
	Função e fórmula estrutural	Função e fórmula estrutural
$C_4H_{11}N$	amina $H_3C-\overset{\text{NH}}{\underset{ }{CH}}-CH_2-CH_2-CH_3$	amina $H_3C-CH_2-\overset{\text{NH}}{\underset{ }{CH}}-CH_2-CH_3$
$C_4H_8O_2$	éster $H_3C-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-\underset{\text{O}}{\underset{ }{CH}}-CH_2-CH_3$	éster $H-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-\underset{\text{O}}{\underset{ }{CH}}-CH_2-CH_2-CH_3$

Isomeria dinâmica (tautomeria): esse é um caso particular de isomeria de função, no qual os isômeros coexistem em equilíbrio dinâmico em solução.

Os principais casos de tautomeria (*tautos* = dois de si mesmo) envolvem compostos carbonílicos.

Ao preparar uma solução de aldeído acético, uma pequena parte transforma-se em etenol, o qual, por sua vez, regenera o aldeído, estabelecendo um equilíbrio químico em que o aldeído, por ser mais estável, está presente em maior concentração.

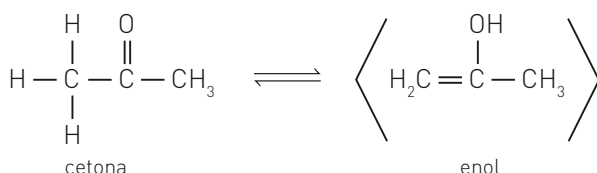
Observe os exemplos:



Uma vez atingido o equilíbrio, a quantidade de **aldeído** é muito superior à quantidade de **enol**; diz-se, então, que esse equilíbrio está deslocado para o lado do aldeído. Isso se deve ao fato de o caráter ácido do hidrogênio do carbono 2

do aldeído ser menor que o caráter ácido do hidrogênio do grupo hidroxila do enol. Assim, o aldeído libera hidrogênio com menor intensidade que o enol, e a reação ocorre mais intensamente para a esquerda, ou seja, no sentido de formação do aldeído.

Nesse exemplo, o equilíbrio é chamado de **aldoenólico**, pois aconteceu entre um aldeído e um enol, mas existem também equilíbrios chamados **cetoenólicos**, que ocorrem entre uma cetona e um enol:



A solução que contém os dois tautômeros é denominada **alelotrópica**.

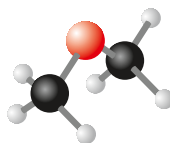
Fundamentando seus conhecimentos

A respeito das moléculas representadas a seguir, responda às questões **1 a 3**.

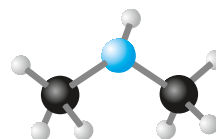
Ilustrações: Banco de
imagens/Arquivo da editora



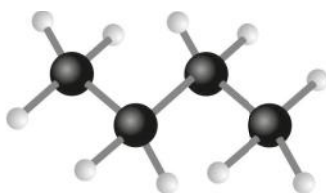
I



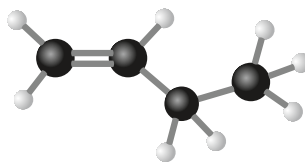
V



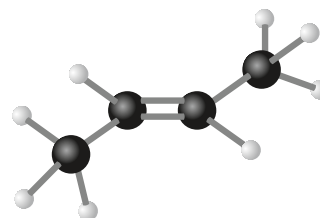
IX



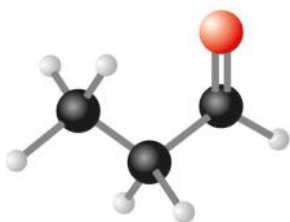
II



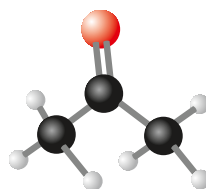
VI



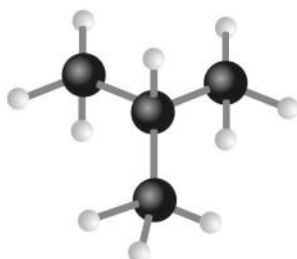
X



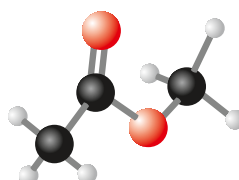
III



VII



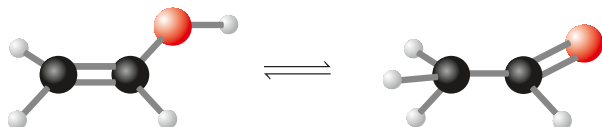
IV



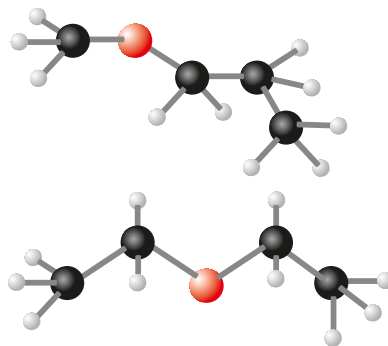
VIII

1. Quais pares são isômeros de função?
2. Indique o par de isômeros de cadeia.
3. Indique o par de isômeros de posição.
4. Observe as estruturas a seguir.

I.



II.

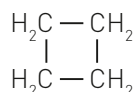


Ilustrações: Banco de imagens/Arquivo da editora

Indique os tipos de isomeria plana existentes nos pares I e II.

Desenvolvendo seus conhecimentos

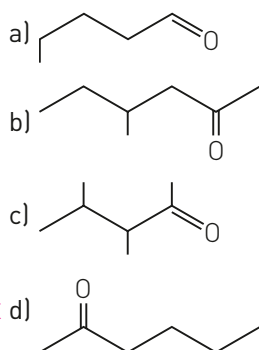
1. A fórmula estrutural do ciclobutano pode ser representada por:



Qual dos compostos a seguir é um isômero de cadeia do ciclobutano?

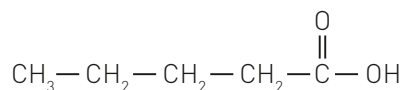
- a) ciclobuteno
- b) butano
- ☒ c) but-1-eno
- d) but-1-ino
- e) ciclobutanol

2. (Uece) As cetonas, amplamente usadas na indústria alimentícia para a extração de óleos e gorduras de sementes de plantas, e os aldeídos, utilizados como produtos intermediários na obtenção de resinas sintéticas, solventes, corantes, perfumes e curtimento de peles, podem ser isômeros. Assinale a opção que apresenta a estrutura do isômero do hexanal.



3. (Uece) O ácido pentanoico (conhecido como ácido valérico) é um líquido oleoso, com cheiro de queijo velho, tem aplicações como sedativo e hipnótico.

Se aplicado diretamente na pele, tem uma efetiva ação sobre a acne.

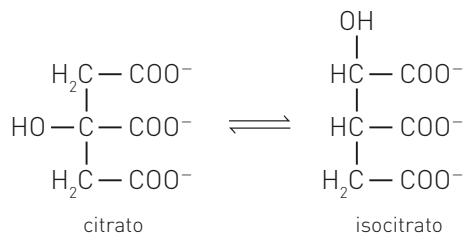


Ácido pentanoico

De acordo com sua fórmula estrutural, seu isômero correto é o

- ☒ a) propanoato de etila.
- b) etóxi-propano.
- c) 3-metil-butanal.
- d) pentan-2-ona.

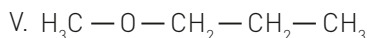
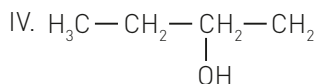
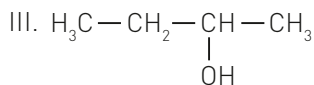
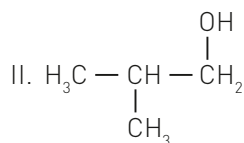
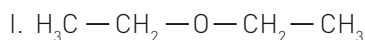
4. (Uerj) Em uma das etapas do ciclo de Krebs, a enzima aconitase catalisa a isomerização de citrato em isocitrato, de acordo com a seguinte equação química:



A isomeria plana que ocorre entre o citrato e o isocitrato é denominada de:

- a) cadeia.
- b) função.
- ☒ c) posição.
- d) compensação.

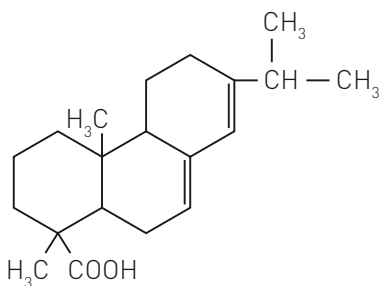
5. (Uece) Isomeria é o fenômeno pelo qual duas substâncias compartilham a mesma fórmula molecular, mas apresentam estruturas diferentes, ou seja, o rearranjo dos átomos difere em cada caso. Observe as estruturas apresentadas a seguir, com a mesma fórmula molecular $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$:



Assinale a opção em que as estruturas estão corretamente associadas ao tipo de isomeria.

- a) Isomeria de função – II e III.
- b) Isomeria de cadeia – III e IV.
- ☒ c) Isomeria de compensação – I e V.
- d) Isomeria de posição – II e IV.

6. (FMP-RJ) Quando um talho é feito na casca de uma árvore, algumas plantas produzem uma secreção chamada resina, que é de muita importância para a cicatrização das feridas da planta, para matar insetos e fungos, permitindo a eliminação de acetatos desnecessários. Um dos exemplos mais importantes de resina é o ácido abiético, cuja fórmula estrutural é apresentada a seguir.



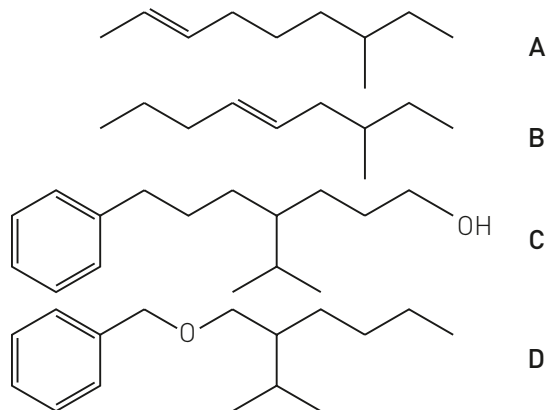
Um isômero de função mais provável desse composto pertence à função denominada

- a) amina.
- ☒ b) éster.
- c) aldeído.
- d) éter.
- e) cetona.

7. (UTFPR) Os três pares de compostos (butano e 2-metilpropano), (metoximetano e etanol) e (2-clorobutano e 1-clorobutano) são respectivamente isômeros de de:

- ☒ a) cadeia, função e posição.
- b) cadeia, posição e função.
- c) função, posição e cadeia.
- d) função, cadeia e posição.
- e) posição, função e cadeia.

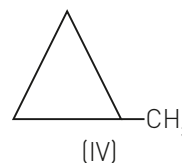
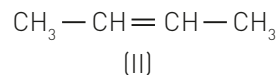
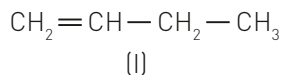
8. (UFPR) Considere as estruturas abaixo.



- I. Os compostos A e B são isômeros de posição e os compostos C e D são isômeros de função.
 - II. Os compostos A, B, C e D possuem carbono terciário.
 - III. Apenas os compostos A e B são aromáticos.
 - IV. Nenhum dos compostos possui cadeia ramificada.
 - V. Os compostos A e B são hidrocarbonetos, o composto C é um fenol e o composto D é um éter.
- Assinale a alternativa correta.

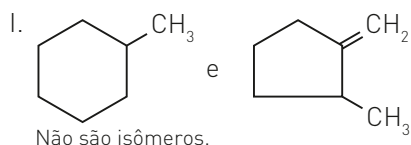
- a) Somente as afirmativas II e IV são verdadeiras.
- b) Somente as afirmativas I e IV são verdadeiras.
- ☒ c) Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas II e V são verdadeiras.
- e) Somente as afirmativas III e V são verdadeiras.

9. (PUC-RS) Considerando os compostos orgânicos numerados de I a IV não é correto afirmar que _____ são isômeros de _____.

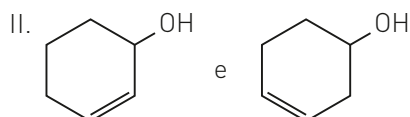


- a) I e II; posição
- b) I e III; cadeia
- ☒ c) II e III; função
- d) II e IV; cadeia
- e) I, III e IV; cadeia

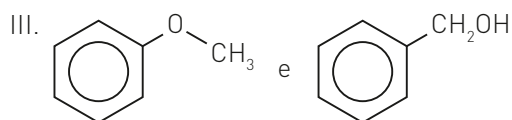
10. (UEL-PR) Em cada um dos itens (I a IV) são dadas duas estruturas e uma afirmativa sobre elas.



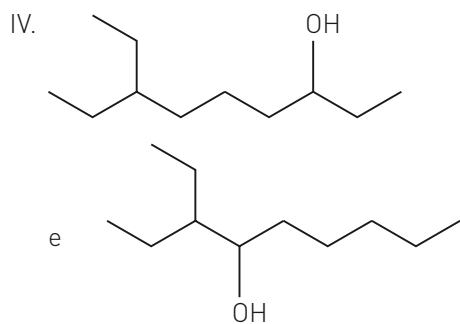
Não são isômeros.



São tautômeros.



São isômeros funcionais.

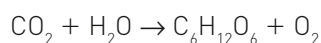


São isômeros de cadeia.

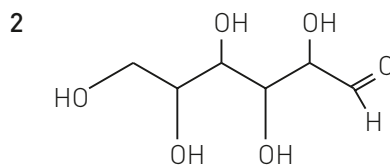
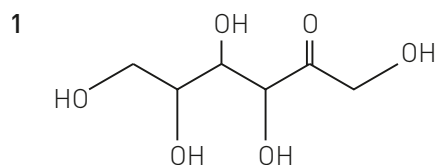
A alternativa que contém todas as afirmativas corretas é:

- a) I e II.
 x b) I e III.
 c) II e III
 d) II e IV.
 e) III e IV.

11. (Udesc) Os carboidratos são produzidos pelo processo da fotossíntese: os açúcares, amido e celulose são compostos muito importantes nas funções de energia e estrutura da matéria viva. Os animais ingerem esses carboidratos por meio da alimentação com grãos ou capim. Os carboidratos são produzidos pelo processo da fotossíntese. A clorofila presente nas plantas catalisa a conversão do dióxido de carbono e água em carboidrato por meio da equação não balanceada:



- a) Faça o balanceamento da equação, para obtenção do carboidrato.
 b) Qual o tipo de isomeria que existe entre os carboidratos 1 e 2?

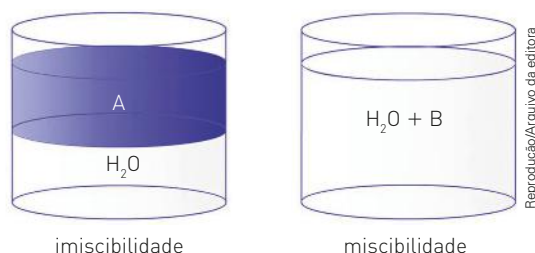


c) Qual a porcentagem de oxigênio, na fórmula molecular $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$? (Onde C = 12, H = 1, O = 16.)

12. (UFRJ) As substâncias puras tetracloreto de carbono, n-octano, n-hexano e isopropanol encontram-se em frascos identificados apenas pelas letras A, B, C e D.

Para descobrir as substâncias contidas nos frascos, foram realizados dois experimentos:

- No primeiro experimento, foi adicionada uma certa quantidade de água nos frascos A e B, observando-se o comportamento a seguir.



- No segundo experimento, determinou-se que a substância do frasco C foi aquela que apresentou a menor pressão de vapor à temperatura ambiente (25 °C).

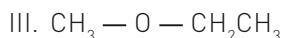
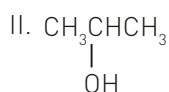
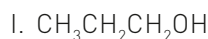
a) Usando conceitos de polaridade das moléculas e a tabela de propriedades a seguir, identifique os compostos A, B, C e D.

Substância	Temperatura normal de ebulição	Densidade (g/mL)
tetracloreto de carbono	77	1,60
isopropanol	82	0,80
n-octano	126	0,70
n-hexano	69	0,66

- b) Nomeie e represente as estruturas em bastão dos isômeros de posição e de função do isopropanol.

Desafiando seus conhecimentos

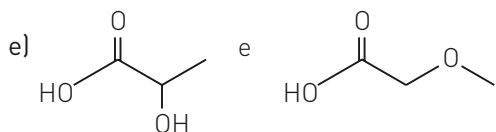
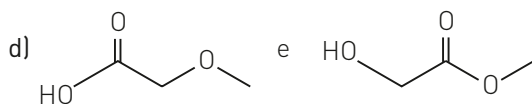
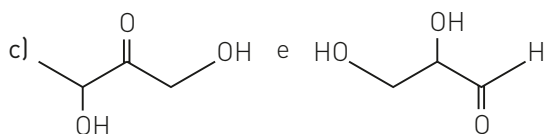
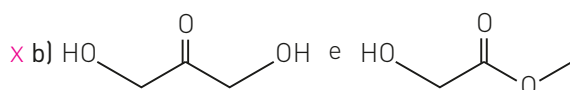
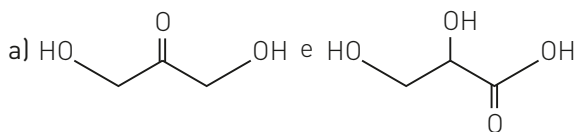
1. (Udesc) Observe as moléculas abaixo.



Assinale a alternativa correta.

- a) As moléculas I e III são isômeros de cadeia, assim como as moléculas II e III.
 x b) As moléculas I e II são isômeros de posição e I e III são isômeros de função.
 c) As moléculas I e III são isômeros de posição.
 d) As moléculas II e III não são isômeros.
 e) As moléculas I e II são isômeros de cadeia e II e III são isômeros de função.

2. (UFSM-RS) Analise a molécula do ácido láctico (2-hidroxiopropanoico) e assinale a alternativa que mostra, respectivamente, os isômeros cetona e éster.



3. (Cefet-MG) O ácido butanoico é um composto orgânico que apresenta vários isômeros, entre eles substâncias de funções orgânicas diferentes. Considerando ésteres e ácidos carboxílicos, o número de isômeros que esse ácido possui é

- a) 3. d) 7.
 b) 4. e) 8.
 x c) 5.

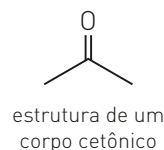
4. (Uece) O 1,4-dimetoxi-benzeno é um sólido branco com um odor floral doce intenso. É usado principalmente em perfumes e sabonetes. O número de isômeros de posição deste composto, contando com ele, é

- a) 2.
 x b) 3.
 c) 5.
 d) 4.

5. (Fasm-SP)

Quando há falta de insulina e o corpo não consegue usar a glicose como fonte de energia, as células utilizam outras vias para manter seu funcionamento. Uma das alternativas encontradas é utilizar os estoques de gordura para obter a energia que lhes falta. Entretanto, o resultado desse processo leva ao acúmulo dos chamados corpos cetônicos.

(www.drauziovarella.com.br. Adaptado.)



- a) Dê a nomenclatura IUPAC e a nomenclatura comercial do corpo cetônico representado.
 b) Escreva a fórmula estrutural do isômero de função desse corpo cetônico com a sua respectiva nomenclatura IUPAC.

6. (UPE) Observe as afirmações:

- I. Propanal é isômero funcional da propanona.
 II. Etilmetil-éter é isômero funcional do propan-2-ol.
 III. Propan-1-ol é isômero de posição do propan-2-ol.
 IV. Propelamina é isômero de cadeia da trimetilamina.

As afirmações corretas são:

- x a) todas.
 b) somente I, II e III.
 c) somente I e II.
 d) apenas II e IV.
 e) somente III e IV.

7. (UFRJ) Existem cinco compostos aromáticos diferentes, aqui representados pelas letras A, B, C, D e E, com a fórmula molecular C_7H_8O .

- a) A, B e C são isômeros de posição. Identifique a função química desses compostos.
b) Escreva a fórmula estrutural do composto D, sabendo que seu ponto de ebulição é maior que o de E.

8. (UFRJ) O olfato dos seres humanos e de outros animais depende da existência de receptores sensoriais que respondam à presença de moléculas de substâncias odorantes no ar respirado. Os receptores olfativos (RO) estão localizados na cavidade nasal em um tecido denominado epitélio olfativo.

A tabela abaixo apresenta alguns resultados obtidos de estudos realizados com uma seção de epitélio olfativo de ratos para três famílias de compostos orgânicos. Na tabela, as quadrículas assinaladas em azul indicam a existência de resposta positiva de um determinado RO a uma dada substância odorante.

	1	2	3	4	5	6	7	8
$CH_3(CH_2)_4COOH$								
$CH_3(CH_2)_5COOH$								
$CH_3(CH_2)_4OH$								
$CH_3(CH_2)_5OH$								
$Br(CH_2)_4COOH$								
$Br(CH_2)_5COOH$								

Escreva as fórmulas estruturais, na representação em bastão, do álcool que apresenta o menor número de respostas positivas dos RO e de um isômero funcional de cadeia linear desse álcool.

9. (UFRJ) As substâncias A, B e C têm a mesma fórmula molecular (C_3H_8O). O componente A tem apenas um hidrogênio ligado a um carbono secundário e é isômero de posição de C. Tanto A quanto C são isômeros de função de B. As substâncias A, B e C são, respectivamente,

- a) 1-propanol, 2-propanol e metoxietano.
b) etoxietano, 2-propanol e metoxietano.
c) isopropanol, 1-propanol e metoxietano.
d) metoxietano, isopropanol e 1-propanol.
x e) 2-propanol, metoxietano e 1-propanol.

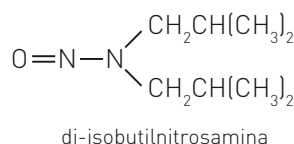
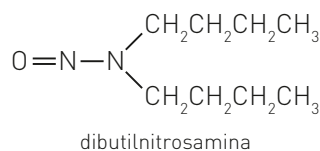
10. (Ufla-MG)

- I. $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$
II. $CH_3CH(CH_3)CH_2CH_3$
III. $CH_3CH_2OCH_2CH_2CH_3$
IV. $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2OH$
V. $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2Cl$
VI. $CH_3CH_2CH_2CH(Cl)CH_3$

A partir da análise dos compostos acima, pode-se afirmar que:

- a) I é isômero funcional de V.
x b) I e II são isômeros de cadeia.
c) III e IV são isômeros de posição.
d) V e VI são isômeros funcionais.
e) III e IV são isômeros de cadeia.

11. (Ifsul-RS) Os nitritos são usados como conservantes químicos em alimentos enlatados e em presuntos, salsichas, salames, linguiças e frios em geral. Servem para manter a cor desses alimentos e proteger contra a contaminação bacteriana. Seu uso é discutido, pois essas substâncias, no organismo, podem converter-se em perigosos agentes cancerígenos, as nitrosaminas. Abaixo temos a representação de duas nitrosaminas:

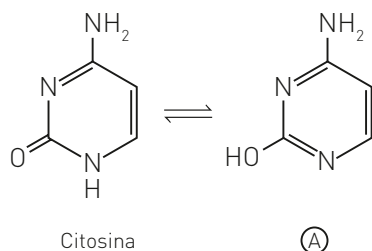


Essas nitrosaminas são isômeras de

- x a) cadeia.
b) função.
c) posição.
d) tautomeria.

12. (UFSM-RS) Cientistas brasileiros definem como transgênico um “organismo cujo genoma foi alterado pela introdução de DNA exógeno, que pode ser derivado de outros indivíduos da mesma espécie, de uma espécie completamente diferente ou até mesmo de uma construção gênica sintética”. A tecnologia de produção de alimentos transgênicos começou com o desenvolvimento de técnicas de engenharia genética que visavam a um melhoramento genético que pudesse promover a resistência de vegetais a doenças e insetos, sua adaptação aos estresses ambientais e melhoria da qualidade nutricional. Porém, a busca por maior produtividade e maior variabilidade levou ao desenvolvimento da clonagem de genes. Essa técnica tornou possível isolar um gene de um organismo e introduzi-lo em outro como, por exemplo, uma planta que, ao expressar esse gene, manifestará a característica que ele determina.

Uma das bases constituintes do DNA é a citosina.

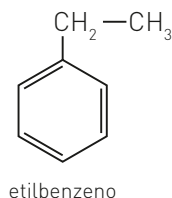


No processo químico mostrado acima, a substância A é um _____ da citosina.

O termo que preenche, corretamente, a lacuna é o

- a) metâmero.
 - b) isômero de posição.
 - c) enantiômero.
 - d) isômero geométrico.
 - ☒ e) tautômero.
13. (USCS-SP) Vazamentos de tanques subterrâneos de combustíveis podem contaminar os solos com os chamados BTEX (sigla para os contaminantes benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno). Para remediar o problema, utiliza-se a atenuação natural, que inclui processos como a biodegradação, a volatilização, a dispersão, a diluição e a adsorção dos contaminantes.

- a) Dentre os processos de atenuação natural citados, qual deles constitui um fenômeno químico? Justifique sua resposta.
- b) Analise a fórmula do etilbenzeno.



Dentre os BTEX, os compostos aromáticos etilbenzeno e xileno são isômeros entre si. Considerando a fórmula estrutural do etilbenzeno e que existem diferentes tipos de xileno, escreva a fórmula estrutural e dê o nome oficial (IUPAC) de dois xilenos isômeros entre si.

14. (Uerj) Considere um poderoso desinfetante, formado por uma mistura de cresóis (metilfenóis), sendo o componente predominante dessa mistura o isômero *para*.

Apresente as fórmulas estruturais planas dos dois cresóis presentes em menor proporção no desinfetante. Apresente, também, esse mesmo tipo de fórmula para os dois compostos aromáticos isômeros de função dos cresóis.

15. (UEPG-PR) Com respeito aos compostos aromáticos citados abaixo, identifique quais apresentam isomeria de posição (orto, meta ou para) e assinale o que for correto.

01) Etilbenzeno.

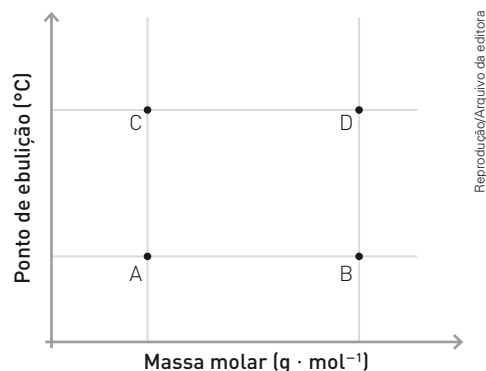
02) Ácido benzoico.

☒ 04) Dibromobenzeno.

08) Tolueno.

☒ 16) Xileno.

16. (UFRGS-RS) O gráfico abaixo mostra a relação entre a massa molar e o ponto de ebulição dos compostos orgânicos A, B, C e D.



Considere as afirmações abaixo, a respeito dos compostos A, B, C e D.

- I. Se A e C forem isômeros de posição, então o composto A é mais ramificado que o composto C.
- II. Se B e D forem isômeros de função, um sendo um álcool e o outro um éter, então D é o álcool e B é o éter.
- III. Se C e D forem isômeros geométricos, então D é o isômero trans.

Quais estão corretas?

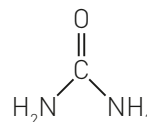
- a) Apenas I.
 - b) Apenas II.
 - c) Apenas III.
 - ☒ d) Apenas I e II.
 - e) I, II e III.
- 17.** (Unifesp-SP) Substituindo-se dois átomos de H da molécula de benzeno, um deles por grupo —OH, e o outro por grupo —NO₂, podem ser obtidos três isômeros de posição.
- a) Escreva as fórmulas estruturais e os respectivos nomes oficiais desses isômeros de posição.
 - b) Identifique o isômero que apresenta o menor ponto de fusão. Utilizando fórmulas estruturais, esquematize e classifique a interação molecular existente nesse isômero, que justifica seu menor ponto de fusão em relação aos dos outros dois isômeros.

- 18.** (Ulbra-RS) No capítulo O Jardim de Mendeleiev, Sacks discorre sobre uma de suas paixões, a Tabela Periódica. Segundo suas palavras, “A Tabela Periódica era incrivelmente bela, a coisa mais bela que eu já vira. Eu nunca seria capaz de analisar adequadamente o que ‘beleza’ significava neste caso para mim – simplicidade? Coerência? Ritmo? Inevitabilidade? Ou talvez a simetria, a abrangência do fato de cada elemento estar firmemente encerrado em seu lugar, sem lacunas, sem exceções, cada coisa subentendendo todo o resto.”

(SACKS, O. *Tio Tungstênio: Memórias de uma infância química*. São Paulo: Cia. das Letras, 2002).

Usando a Tabela Periódica dos Elementos, indique se cada afirmação abaixo é Verdadeira ou Falsa.

- I. O metal alcalino do terceiro período e o calcogênio de menor massa atômica formam um composto iônico de fórmula Na₂O.
- II. O ferro forma dois cátions estáveis: Fe²⁺ e Fe³⁺. As fórmulas dos cloretos desses cátions são, respectivamente, Fe₂Cl e Fe₃Cl.
- III. Os elementos carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio formam diversos compostos covalentes, como, por exemplo, a ureia, representada pela fórmula estrutural abaixo.



- IV. A fórmula C₂H₆O pode representar compostos diferentes como o etanol e o metóxi-metano.
- A sequência correta é:
- a) I. Falsa; II. Verdadeira; III. Verdadeira; IV. Falsa.
 - b) I. Falsa; II. Falsa; III. Verdadeira; IV. Falsa.
 - c) I. Falsa; II. Verdadeira; III. Falsa; IV. Verdadeira.
 - d) I. Verdadeira; II. Verdadeira; III. Falsa; IV. Falsa.
 - ☒ e) I. Verdadeira; II. Falsa; III. Verdadeira; IV. Verdadeira.
- 19.** (UEG-GO) Leia os textos abaixo e em seguida responda ao que se pede.

Texto 1

“Algumas pessoas usam produtos que dão à pele uma tonalidade bronzeada, sem precisar tomar sol. Neles há uma substância chamada di-hidroxiacetona (DHA). Nesse processo há uma combinação dessa molécula com a creatina, uma proteína encontrada na pele.”

Texto 2

“O composto propano-1,2,3-triol (glicerol) é usado na fabricação de polímeros, explosivos e emolientes para cosméticos.”

- a) Escreva a fórmula estrutural e a fórmula molecular mínima das espécies DHA e glicerol.
- b) É correto afirmar que ambos os compostos são tautômeros? Explique.

Isomeria espacial

A isomeria espacial, também chamada **estereoisomeria**, é outro tipo de isomeria que pode ocorrer em compostos orgânicos. Nela, os isômeros apresentam a mesma fórmula molecular, mas as ligações entre os átomos que os compõem estão dispostas (orientadas) de maneira diferente no espaço.

Existem duas classes de isomeria espacial:

- isomeria geométrica;
- isomeria óptica.



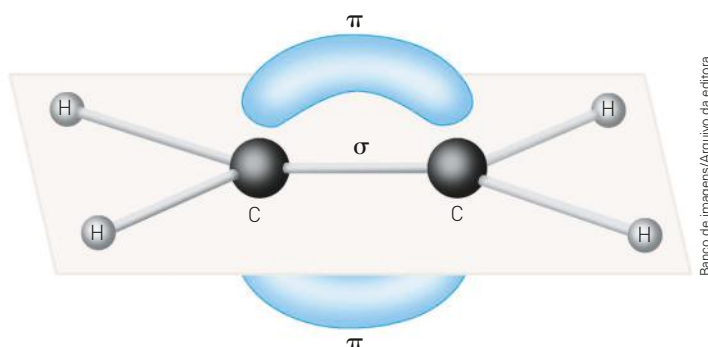
Thinkstock/Getty Images

// A visão está relacionada com o comportamento dos isômeros *cis* e *trans* sob a ação de um fóton de luz visível ou de uma enzima.

Isomeria geométrica ou *cis-trans*

Essa classe de isomeria é mais sutil e mais difícil de ser visualizada do que a isomeria plana, por exigir o conhecimento das estruturas espaciais das moléculas.

Tome-se, como exemplo para estudo, o mais simples dos alquenos, o eteno, que apresenta fórmula molecular C_2H_4 . Nesse composto, todos os átomos estão contidos em um mesmo plano no espaço, e o ângulo formado entre suas ligações é de aproximadamente 120° .



Banco de imagens/Arquivo da editora

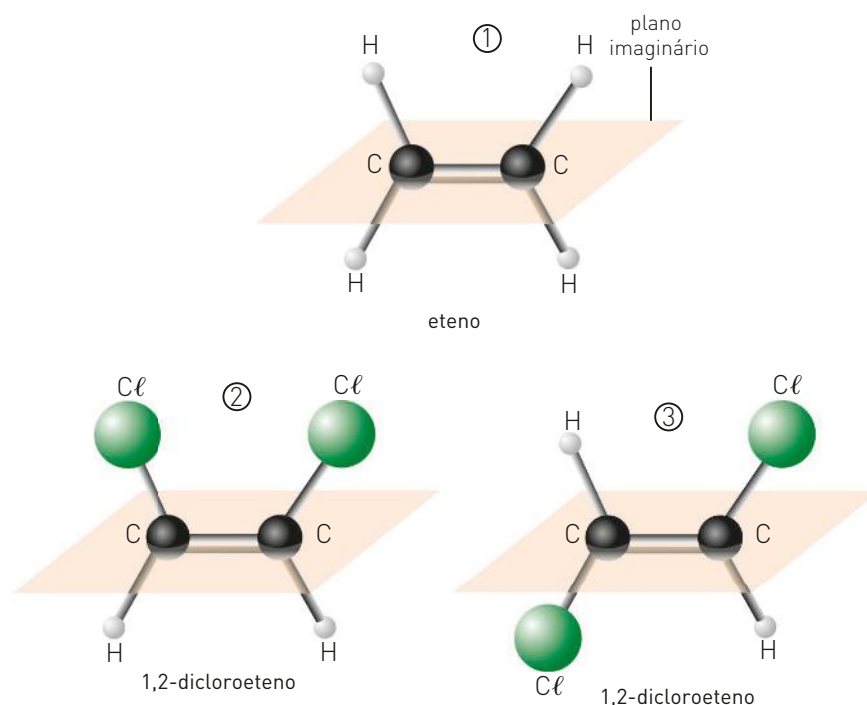
 CORES FANTASIA

 AUSÊNCIA DE PROPORÇÃO

No eteno, os carbonos estão unidos por uma ligação sigma (σ) no mesmo plano dos carbonos e por uma ligação pi (π) formada por duas nuvens eletrônicas localizadas acima e abaixo do plano.

Perceba que, se houvesse apenas a ligação σ entre os carbonos, um deles poderia efetuar, de modo relativamente livre, um movimento de rotação em relação ao outro. A ligação π impede esse movimento de rotação em torno do eixo que contém a dupla-ligação entre os carbonos; para que ele pudesse ocorrer, seria necessário que a ligação π fosse rompida. Para isso, é preciso, porém, uma quantidade de energia bem maior que a que pode ser fornecida pela temperatura ambiente.

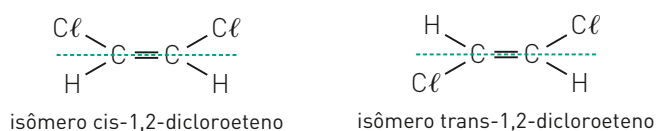
Quando dois hidrogênios, um de cada carbono do eteno, são substituídos por dois átomos de cloro, formam-se duas estruturas diferentes com a mesma fórmula molecular, $C_2H_2Cl_2$, como ilustrado na representação a seguir.



Ilustrações: Banco de imagens/Arquivo da editora

Devido à existência da ligação π , essas duas estruturas não são interconvertíveis espontaneamente e sua formação é confirmada experimentalmente pela existência de dois compostos com fórmula molecular $C_2H_2Cl_2$.

As fórmulas estruturais planas podem ser representadas do modo mostrado a seguir.



Hélio Senatore/Arquivo da editora



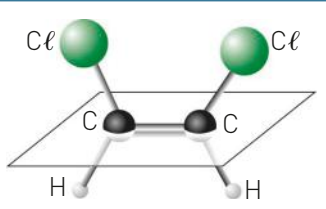
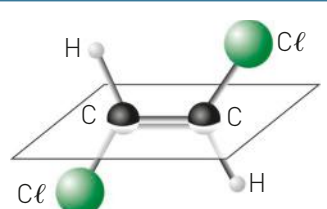
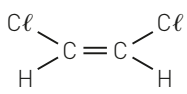
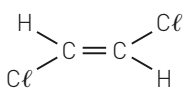
A posição das mãos permite imaginarmos a diferença estrutural existente em dois isômeros.

Quando cada carbono da dupla apresenta um átomo de hidrogênio e estes estão do mesmo lado do plano, o isômero é denominado *cis*; assim, seu nome é cis-1,2-dicloroeteno.

Quando cada carbono da dupla apresenta um átomo de hidrogênio em lados opostos do plano, o isômero é denominado *trans*; assim, seu nome é trans-1,2-dicloroeteno.

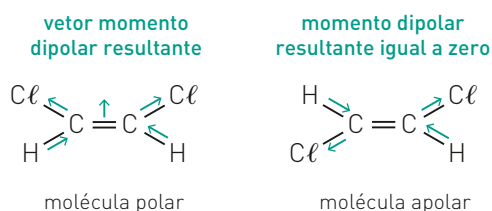
É importante lembrar que esses isômeros, sendo compostos diferentes, apresentam propriedades físicas diferentes.

Veja no quadro abaixo algumas diferenças existentes nas propriedades desses dois isômeros geométricos.

		
Fórmula estrutural		
Nome	cis-1,2-dicloroeteno	trans-1,2-dicloroeteno
TF	-80,5 °C	-50 °C
TE	60,3 °C	47,5 °C
Densidade (a 20 °C)	1,284 g · mL ⁻¹	1,265 g · mL ⁻¹

Banco de imagens/Arquivo da editora

A diferença nas temperaturas de ebulição pode ser explicada pela diferença de polaridades das moléculas.



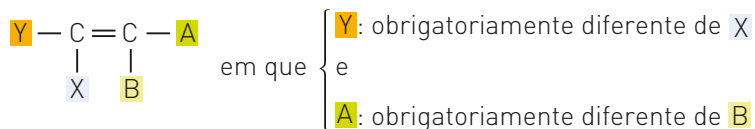
Ocorrência de isomeria geométrica

Para que esse tipo de isomeria possa ocorrer, é necessária uma série de condições que estão relacionadas aos tipos de compostos:

- compostos alifáticos;
- compostos cíclicos.

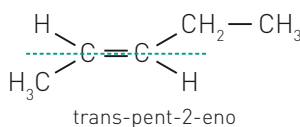
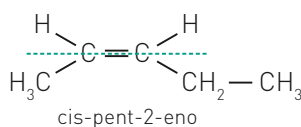
Compostos alifáticos

Os compostos alifáticos devem apresentar pelo menos uma dupla-ligação entre carbonos, e cada um dos carbonos da dupla deve apresentar grupos ligantes diferentes.



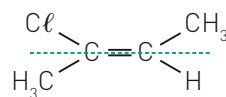
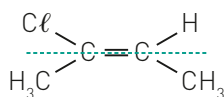
Veja alguns exemplos:

- pent-2-eno: $\text{H}_3\text{C} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$



Quando ambos os carbonos da dupla apresentam um átomo de hidrogênio, usamos os prefixos *cis* e *trans*.

- 2-clorobut-2-eno: $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{Cl}}{\underset{|}{\text{C}}}=\text{CH}-\text{CH}_3$



Do latim:

cis = próximo a;

trans = através de.

Do alemão:

Z = *zusammen* = juntos;

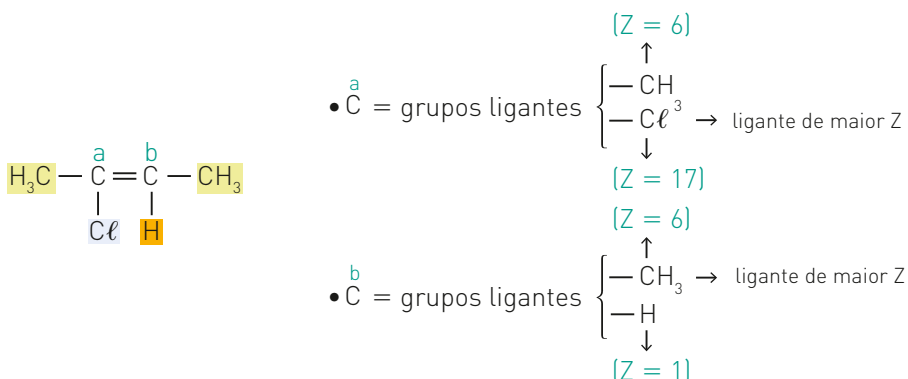
E = *entgegen* = opostos.

Neste caso, como não existem dois átomos de hidrogênio (H) do mesmo lado do plano, não podemos utilizar os prefixos *cis* e *trans*.

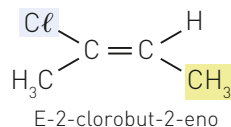
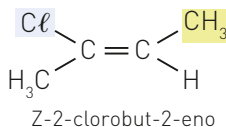
A IUPAC recomenda a utilização dos prefixos E e Z (referência IUPAC R-7.1.2).

O composto que apresentar, do mesmo lado do plano imaginário, os ligantes dos carbonos da dupla com os maiores números atômicos (Z) será denominado Z. O outro composto será denominado E.

Assim, temos:



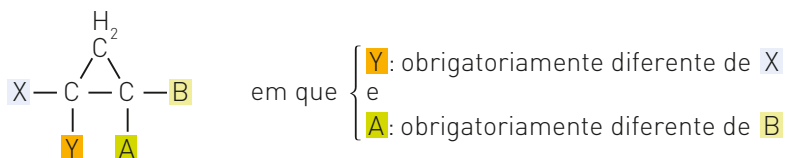
A estrutura que apresentar os dois ligantes de maiores números atômicos (Cl no carbono a, e CH₃ no carbono b), no mesmo lado do plano, será denominada isômero Z.



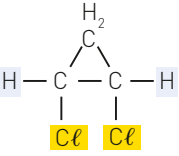
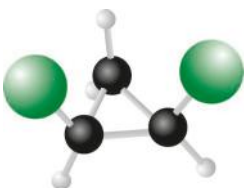
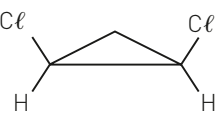
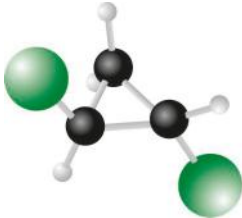
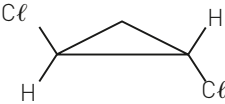
Compostos cíclicos

Nos compostos cíclicos não existe a possibilidade de um movimento de rotação dos átomos de carbono que compõem o ciclo. A condição para a ocorrência de isomeria nesses compostos é:

Os compostos cíclicos devem apresentar grupos ligantes diferentes em pelo menos dois carbonos do ciclo.



Veja, a seguir, um exemplo de composto cíclico que apresenta isomeria geométrica e como determinar as estruturas de seus isômeros.

Fórmula estrutural plana	Representações estruturais espaciais	
	 	 
1,2-diclorociclopropano	cis-1,2-diclorociclopropano Z-1,2-diclorociclopropano	trans-1,2-diclorociclopropano E-1,2-diclorociclopropano

Ilustrações: Banco de imagens/Arquivo da editora

EXPLORE SEU MUNDO

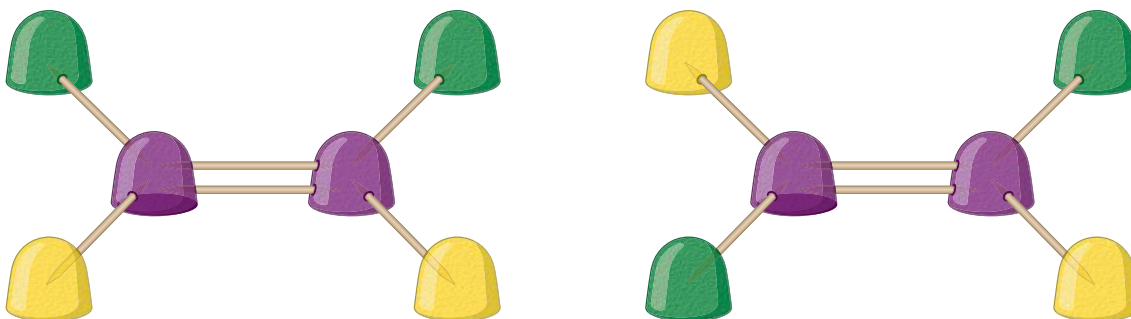
Modelando isômeros com balas de goma e palitos

Como é difícil visualizar a isomeria geométrica, seguem algumas sugestões para ajudar a entender a diferença de rotação em torno de uma ligação simples em relação a uma dupla-ligação, e como ela afeta átomos ou grupos que estão ligados aos átomos de carbono da ligação dupla. Lembre-se de que, de acordo com o modelo tetraédrico [...], a ligação dupla está contida em um plano, e a ligação simples, em uma reta.

Pegue doze palitos e algumas balas de goma de cor amarela, verde e roxa. As balas de goma roxas representam os átomos de C, as amarelas, os átomos de H, e as verdes, os átomos de Cl. Coloque um palito entre duas balas de goma roxas. Use mais três palitos para prender duas balas de goma amarelas e uma bala de goma verde para cada átomo de carbono representado pela bala de goma roxa. Gire um dos átomos de carbono da bala de goma para mostrar a conformação dos átomos de H e Cl anexas.

Remova um palito e uma bala de goma amarela de cada bala de goma de cor roxa. Coloque um segundo palito entre os átomos de carbono, formando uma dupla-ligação entre eles. Tente torcer a dupla-ligação. Você consegue? Quando você observa a localização das balas de goma verdes, o modelo que você fez representar é um isômero cis ou trans? Por quê? Se o seu modelo é um isômero cis, como você pode transformá-lo em um isômero trans? Se seu modelo é um isômero trans, como você pode transformá-lo em um isômero cis?

Quando existe uma tripla ligação entre carbonos, a rotação é livre entre os carbonos da tripla ligação?



Banco de imagens/Arquivo da editora

Fonte: TIMBERLAKE, K. C. *Chemistry: An introduction to General, Organic and Biological Chemistry*. 12. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2015.

Feromônios e Química da visão

Os isômeros geométricos (*cis* e *trans*) diferem entre si principalmente em suas propriedades físicas, mas também em algumas propriedades químicas. Um fato de interesse biológico é que alguns desses isômeros podem apresentar comportamento fisiológico diferente. Existem vários exemplos desse comportamento, mas vamos nos limitar a dois casos de aplicação dessas propriedades.

Alistair Scott/Alamy/Fotoarena



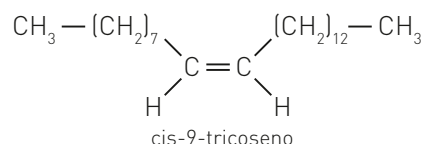
// No interior dessa armadilha foi colocada uma amostra de feromônio sintético. Assim, os insetos são capturados e eliminados sem a utilização de inseticidas no meio ambiente.

Feromônios

Os feromônios são compostos liberados por um animal para atrair outro da mesma espécie e de sexo oposto, demarcar territórios ou manter comunicação entre animais da mesma espécie.

Um dos tipos de feromônio é o atraente sexual de insetos, que facilita a reprodução deles. No entanto, essa capacidade de atrair sexualmente as fêmeas ou os machos pode ser utilizada também para controlar a disseminação de uma espécie.

Um exemplo de atraente sexual secretado pelas fêmeas da mosca doméstica é o *cis*-9-tricoseno, cujo isômero *trans* não apresenta a mesma propriedade.



Uma das maneiras de dificultar a proliferação desses animais é produzir esse isômero em laboratório e usá-lo como isca para atrair as moscas machos para uma armadilha.

Com a finalidade de livrar pomares de maçã brasileiros do inseto *Cydia pomonella*, existe um projeto da Embrapa, já em andamento nas cidades de Vacaria, Caxias do Sul, Bom Jesus (RS) e Lages (SC), que utiliza o método "atrai e mata", em que as armadilhas têm uma mistura de feromônios.

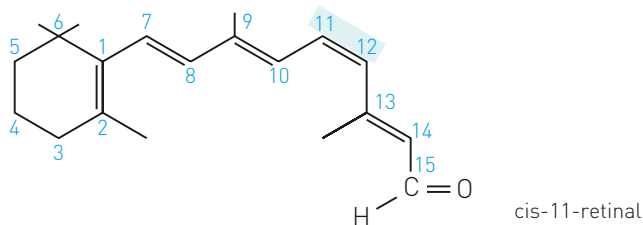
O processo de controle apresenta muitas vantagens, tanto econômicas como ecológicas, pois é mais barato que os inseticidas e, além de não causar problemas ao meio ambiente, é inofensivo ao ser humano e a outros animais.

Química da visão

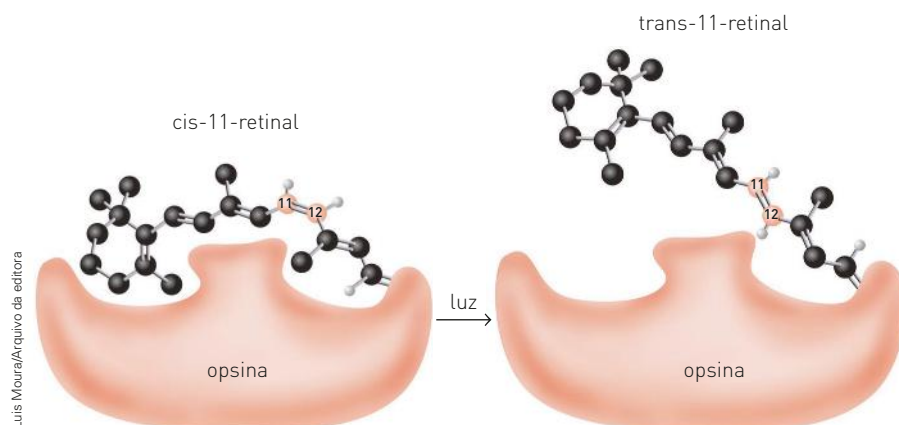
Já foi dito que, espontaneamente, não pode ocorrer rotação entre átomos unidos por uma dupla-ligação. No entanto, tal rotação pode ocorrer se houver fornecimento de uma quantidade apropriada de energia na forma de calor ou de luz ou, ainda, por ação enzimática. Dessa maneira, podemos transformar um isômero *cis* em *trans* ou vice-versa, sendo esse processo chamado **isomerização *cis-trans*** ou ***trans-cis***.

Em 1950, foi determinado que a química da visão está baseada em um processo de isomerização *cis-trans*, isto é, na transformação do isômero *cis* em *trans*.

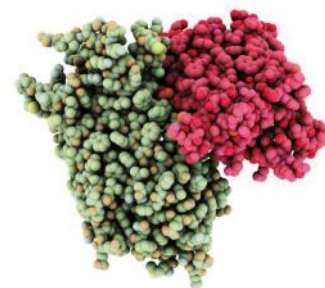
A retina do olho contém um material fotorreceptor chamado **rodopsina**, que é produto da combinação de uma molécula de *cis*-11-retinal com uma proteína chamada opsina.



Quando a rodopsina é atingida por um fóton de luz visível, ocorre a transformação do isômero *cis* em *trans*:



Luis Moura/Arquivo da editora



LAGUNA DESIGN/SPL/Latinstock

// Modelo da estrutura da rodopsina, encontrada nas células fotorreceptoras do olho humano. A parte representada em verde corresponde à proteína opsina, e a parte representada em vermelho corresponde ao retinal.

CORES FANTASIA

AUSÊNCIA DE PROPORÇÃO

// Representação da molécula de rodopsina.

Devido a essa mudança estrutural, ocorre a emissão de um sinal elétrico, que é transportado pelo nervo óptico até o cérebro, e, simultaneamente, acontece a dissociação da rodopsina em opsina e em *trans*-11-retinal. Esse isômero, livre, é convertido, por ação enzimática, novamente em *cis*-11-retinal, que, por sua vez, irá se ligar à opsina, originando a rodopsina e dando continuidade ao processo da visão.

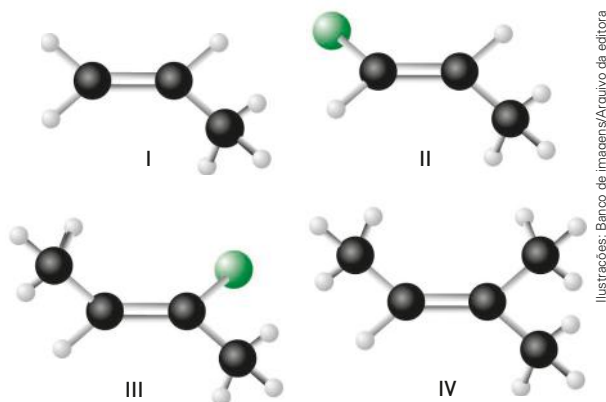
O retinal é derivado da vitamina A, o que explica a necessidade de certa quantidade dessa vitamina na alimentação para evitar problemas visuais, principalmente a cegueira noturna. Um alimento de origem animal que contém vitamina A é o fígado, mas ela pode ser produzida no organismo pela transformação do betacaroteno, que é encontrado em cenouras, frutas e verduras.

Reflita

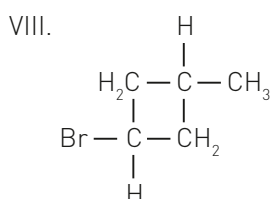
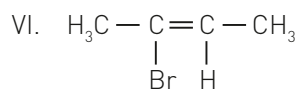
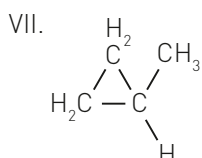
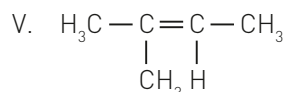
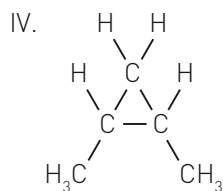
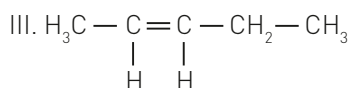
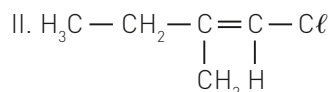
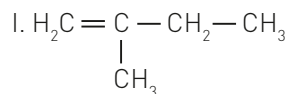
1. Escreva a fórmula estrutural da molécula *trans* do 9-tricoseno. Qual o número de pares de elétrons compartilhados entre os átomos de carbono?
2. Qual a diferença entre a polaridade das moléculas *cis* e *trans* do 9-tricoseno? Justifique sua resposta.
3. Sabendo que a rodopsina é uma molécula majoritariamente apolar, qual o tipo de interação predominantemente existente entre ela e a proteína opsina?
4. Explique como a luz provoca a transformação do *cis*-11-retinal em *trans*-11-retinal.
5. Atualmente a sociedade vem se preocupando cada vez mais com aspectos ecológicos da manutenção da qualidade de vida. Debata com seus colegas o uso dos inseticidas tradicionais – sua necessidade, suas consequências para o ambiente e alternativas de uso.

Fundamentando seus conhecimentos

Com base nas ilustrações a seguir, responda às questões **1** e **2**.



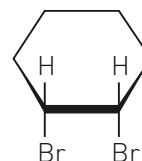
1. Quais moléculas apresentam isomeria geométrica?
2. Dentre as moléculas que apresentam isomeria geométrica, qual dos seus isômeros, (E) ou (Z), está representado?
3. Considere as fórmulas planas dos seguintes compostos:



Resolva:

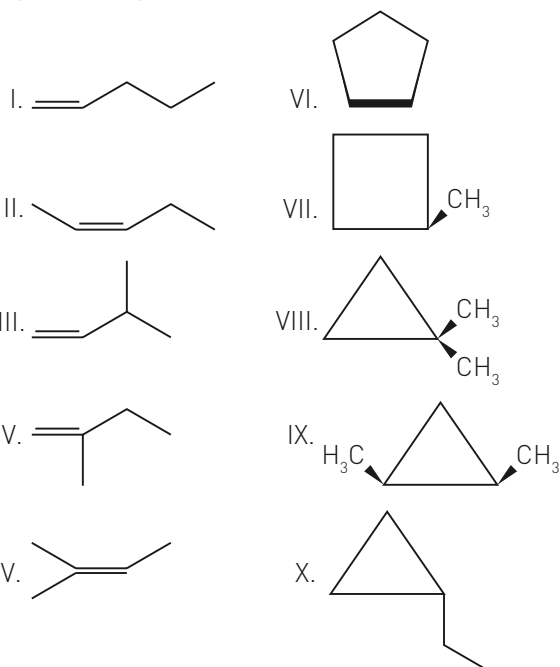
- a) Quais compostos apresentam isomeria geométrica?
- b) Faça a representação espacial dos isômeros de cada composto que apresenta isomeria geométrica.

4. Observe a estrutura abaixo e represente seu outro isômero geométrico.



Em seguida, dê o nome dos dois isômeros.

Com base nas estruturas planas dos isômeros de fórmula molecular C_5H_{10} , representadas a seguir, responda às questões **5** a **8**.



5. Qual(is) alifático(s) apresenta(m) isomeria geométrica?
6. Dê o nome do(s) alifático(s) que apresenta(m) isomeria geométrica e represente os seus isômeros *cis* e *trans*.
7. Qual(is) cíclico(s) apresenta(m) isomeria geométrica?
8. Dê o nome do(s) cíclico(s) que apresenta(m) isomeria geométrica e represente seus isômeros *cis* e *trans*.

Desenvolvendo seus conhecimentos

1. Considere os hidrocarbonetos a seguir:

- I. pent-1-eno;
- II. pent-2-eno;
- III. hex-3-eno;
- IV. 2-metilpent-1-eno;
- V. 2-metilpent-2-eno;
- VI. 2-metil-hex-3-eno;
- VII. 1,1-dimetilciclopentano;
- VIII. 1,2-dimetilciclopentano.

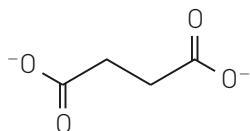
Resolva:

- a) Quais apresentam isomeria geométrica?
- b) Escreva em seu caderno as fórmulas espaciais dos compostos que apresentam isomeria geométrica.

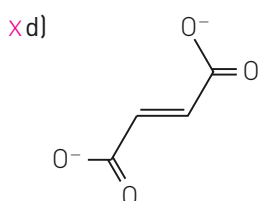
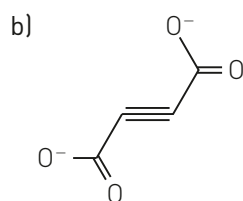
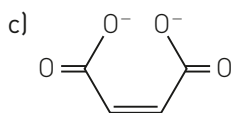
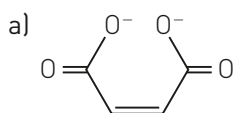
2. (Ufop-MG) Considere o alqueno de menor massa molecular que apresenta isomeria geométrica.

- a) Represente as fórmulas estruturais (*cis* e *trans*) desse alqueno.
- b) Calcule as percentagens de carbono e de hidrogênio desse alqueno.
Dados: massas atômicas: C = 12, H = 1.
- c) Represente os isômeros estruturais possíveis a partir da fórmula molecular desse alqueno.

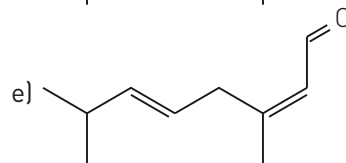
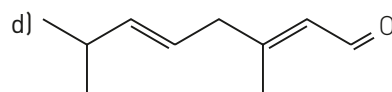
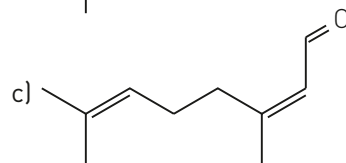
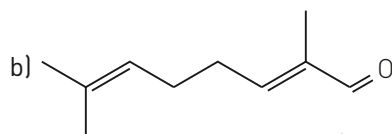
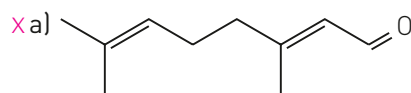
3. (Uerj) Em uma das etapas do ciclo de Krebs, ocorre uma reação química na qual o íon succinato é consumido. Observe abaixo a fórmula estrutural desse íon.



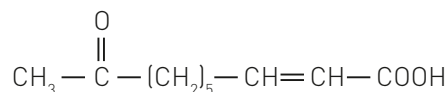
Na reação de consumo, o succinato perde dois átomos de hidrogênio, formando o íon fumarato. Sabendo que o íon fumarato é um isômero geométrico *trans*, sua fórmula estrutural corresponde a:



4. (Enem) O citral, substância de odor fortemente cítrico, é obtido a partir de algumas plantas como o capim-limão, cujo óleo essencial possui aproximadamente 80%, em massa, da substância. Uma de suas aplicações é na fabricação de produtos que atraem abelhas, especialmente do gênero *Apis*, pois seu cheiro é semelhante a um dos feromônios liberados por elas. Sua fórmula molecular é $C_{10}H_{16}O$, com uma cadeia alifática de oito carbonos, duas insaturações, nos carbonos 2 e 6; e dois grupos substituintes metila, nos carbonos 3 e 7. O citral possui dois isômeros geométricos, sendo o *trans* o que mais contribui para o forte odor. Para que se consiga atrair um maior número de abelhas para uma determinada região, a molécula que deve estar presente em alta concentração no produto a ser utilizado é:



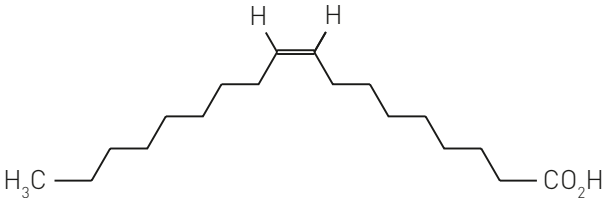
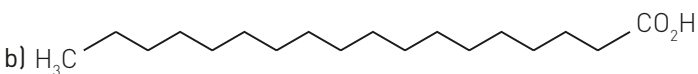
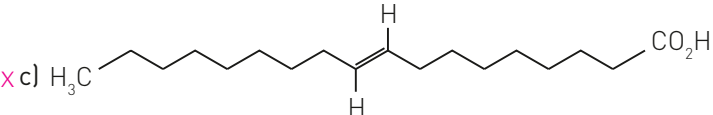
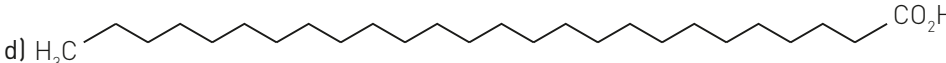
5. (Vunesp-SP) As abelhas-rainhas produzem um feromônio cuja fórmula é apresentada a seguir:



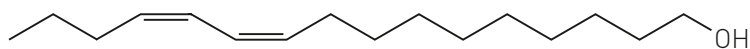
- a) Forneça o nome de duas funções orgânicas presentes na molécula deste feromônio.
- b) Sabe-se que um dos compostos responsáveis pelo poder regulador que a abelha-rainha exerce sobre as demais abelhas é o isômero *trans* deste feromônio. Forneça as fórmulas estruturais dos isômeros *cis* e *trans* e identifique-os.

6. (UFRN) As gorduras de origem animal são constituídas principalmente por gorduras saturadas, colesterol e gorduras *trans*. Nos últimos anos, o termo “*gordura trans*” ganhou uma posição de destaque no dia a dia em função da divulgação de possíveis malefícios à saúde decorrentes de seu consumo. Esse tipo de gordura, que se encontra em alimentos como leite integral, queijos gordos, carne de boi e manteiga, pode aumentar os níveis do colesterol prejudicial ao organismo humano.

Nesse tipo de gordura, a fórmula do composto ao qual a denominação *trans* faz referência é

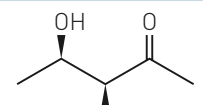
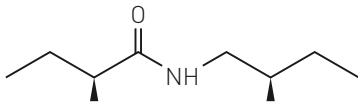
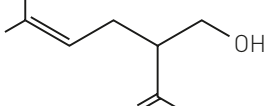
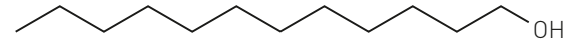
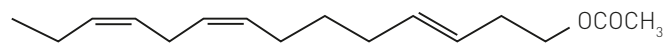
- a) 
- b) 
- x c) 
- d) 

7. (Enem) Os feromônios são substâncias utilizadas na comunicação entre indivíduos de uma espécie. O primeiro feromônio isolado de um inseto foi o bombicol, substância produzida pela mariposa do bicho-da-seda.



Bombicol

O uso de feromônios em ações de controle de insetos-praga está de acordo com o modelo preconizado para a agricultura do futuro. São agentes altamente específicos e seus compostos químicos podem ser empregados em determinados cultivos, conforme ilustrado no quadro.

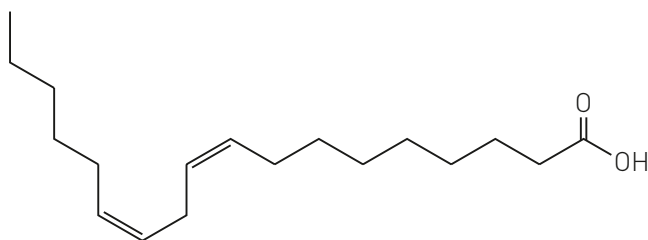
Substância	Inseto	Cultivo
	<i>Sitophilus spp</i>	Milho
	<i>Migdolus fryanus</i>	Cana-de-açúcar
	<i>Anthonomus rubi</i>	Morango
	<i>Grapholita molesta</i>	Frutas
	<i>Scrobipalpuloides absoluta</i>	Tomate

FERREIRA, J. T. B.; ZARBIN, P. H. G. Amor ao primeiro odor: a comunicação química entre os insetos. *Química Nova na Escola*. n. 7, maio 1998 (adaptado).

Considerando essas estruturas químicas, o tipo de estereoisomeria apresentada pelo bombicol é também apresentada pelo feromônio utilizado no controle do inseto

- a) *Sitophilus spp.* d) *Grapholita molesta.*
b) *Migdolus fryanus.* x e) *Scrobipalpuloides absoluta.*
c) *Anthonomus rubi.*

8. [Uerj] O ácido linoleico, essencial à dieta humana, apresenta a seguinte fórmula estrutural espacial:

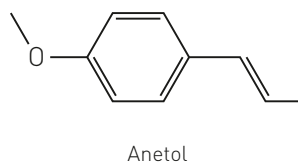
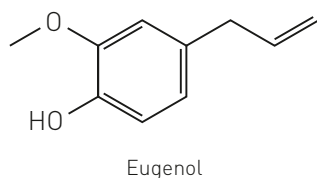


Como é possível observar, as ligações duplas presentes nos átomos de carbono 9 e 12 afetam o formato espacial da molécula.

As conformações espaciais nessas ligações duplas são denominadas, respectivamente:

- ☒ a) *cis* e *cis*.
☐ b) *cis* e *trans*.
☐ c) *trans* e *cis*.
☐ d) *trans* e *trans*.

9. [PUC-SP] O eugenol e o anetol são substâncias aromáticas presentes em óleos essenciais, com aplicações nas indústrias de cosméticos e farmacêutica. O eugenol está presente principalmente nos óleos de cravo, canela e sassafrás, já o anetol é encontrado nos óleos essenciais de anis e anis estrelado.



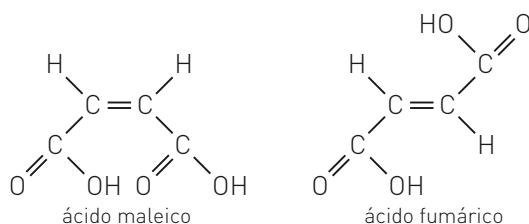
Sobre esses compostos foram feitas as seguintes afirmações.

- I. Ambos apresentam isomeria geométrica.
 II. O eugenol apresenta funções fenol e éter, enquanto que o anetol apresenta função éter.
 III. A fórmula molecular do eugenol é $C_{10}H_{12}O_2$, enquanto que o anetol apresenta fórmula molecular $C_{10}H_{12}O$.
 IV. O anetol apresenta temperatura de ebulição maior do que o eugenol.

Estão corretas **APENAS** as afirmações:

- ☐ a) I e II.
☐ b) I e IV.
☒ c) II e III.
☐ d) III e IV.

10. [UFMG] A primeira demonstração experimental da existência de isomeria geométrica envolveu o estudo dos ácidos maleico e fumárico:



Considerando-se esses dois ácidos e suas estruturas, é *incorreto* afirmar que:

- ☐ a) a molécula de ácido fumárico corresponde ao isômero *trans*.
☒ b) a molécula de ácido maleico é menos polar que a de ácido fumárico.
☐ c) ambos os ácidos podem realizar ligações de hidrogênio com a água.
☐ d) apenas a molécula de ácido maleico tem dois grupos capazes de se ligar um ao outro, por uma ligação de hidrogênio.

Desafiando seus conhecimentos

1. (UFRJ) Na tabela 1, são apresentados pares de substâncias orgânicas; na tabela 2, possíveis correlações entre esses pares:

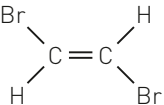
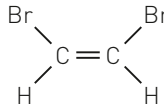
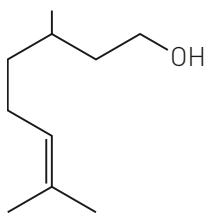
Tabela 1 – Pares	
1. $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$	e $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$
2. 	e 
3. $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$	e $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$
4. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$	e $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2\text{OH}$

Tabela 2 – Correlações
• Isômeros geométricos
• Isômeros estruturais (de cadeia)
• Não são isômeros
• Isômeros funcionais

Após enumerar a tabela 2 em relação aos pares da tabela 1, assinale a opção que apresenta a numeração correta de cima para baixo.

- a) 1, 2, 4, 3 d) 3, 2, 1, 4
 x b) 2, 1, 3, 4 e) 3, 4, 2, 1
 c) 2, 4, 3, 1
2. (UEMG) Observe o composto orgânico abaixo e as afirmações a seu respeito.



- I. É um álcool insaturado.
 II. É um isômero *cis-trans*.
 III. Apresenta 18 hidrogênios.
 IV. Apresenta 3 ramificações.

O número de afirmação(ões) correta(s) é igual a

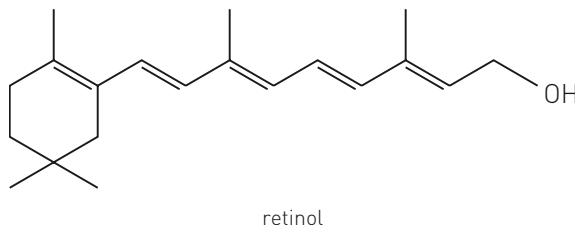
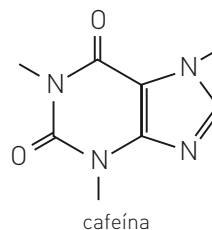
- x a) 1.
 b) 2.
 c) 3.
 d) 4.

3. (UFRJ)

A cada lançamento das coleções de moda praia, surgem polêmicas sobre uma grande inimiga das mulheres: a celulite, que não poupa nem as modelos. A lipodistrofia – nome científico da celulite – é um fantasma difícil de ser espantado. Por isso, a guerra contra a celulite só pode ser ganha com um conjunto de ações. A indústria de cosméticos e a farmacêutica não param de fazer pesquisas. As novidades giram em torno do DMAE, da cafeína, da centelha asiática e do retinol.

(Adaptado da revista *Vida, Jornal do Brasil*, 21 ago. 2004.)

Observe as fórmulas estruturais da cafeína e do retinol (vitamina A).

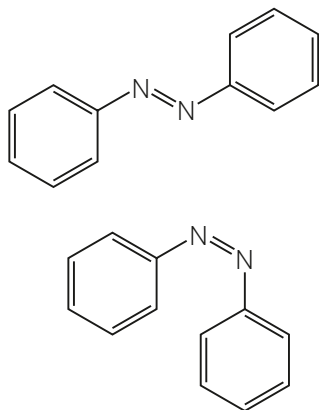


Considerando as fórmulas apresentadas, assinale a opção correta.

- a) A fórmula molecular do retinol é $\text{C}_{20}\text{H}_{28}\text{O}_2$ e seu percentual de carbono é 80%.
 b) O retinol e a cafeína são isômeros geométricos em razão das duplas-ligações que ocorrem em suas cadeias carbônicas.
 x c) Sendo a fórmula molecular da cafeína $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$, seu percentual de carbono é, aproximadamente, 50%.
 d) O retinol é um álcool aromático.
 e) A cafeína é uma cetona, pois apresenta duas carbonilas.
4. (Fuvest-SP) A reação do tetracloreto de carbono ($\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_4$) com zinco metálico produz cloreto de zinco e duas substâncias orgânicas isoméricas, em cujas moléculas há dupla-ligação e dois átomos de cloro. Nessas moléculas, cada átomo de carbono está ligado a um único átomo de cloro.

- a) Utilizando fórmulas estruturais, mostre a diferença na geometria molecular dos dois compostos orgânicos isoméricos formados na reação.
- b) Os produtos da reação podem ser separados por destilação fracionada. Qual dos dois isômeros tem maior ponto de ebulição? Justifique.

5. (PUC-RJ) Na representação abaixo, encontram-se as estruturas de duas substâncias com as mesmas fórmulas moleculares.



Essas substâncias guardam uma relação de isomeria:

- a) de cadeia.
b) de posição.
c) de função.
x d) geométrica.
e) óptica.
6. (UFPR) Armadilhas contendo um adsorvente com pequenas quantidade de feromônio sintético são utilizadas para controle de população de pragas. O inseto é atraído de grandes distâncias e fica preso no artefato por meio de um adesivo. O verme invasor do milho europeu utiliza o acetato de cis-11-tetradecenila (Figura I) como feromônio de atração sexual. Isômeros de posição e geométrico desse composto têm pouco ou nenhum efeito de atração.

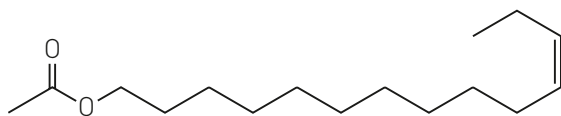
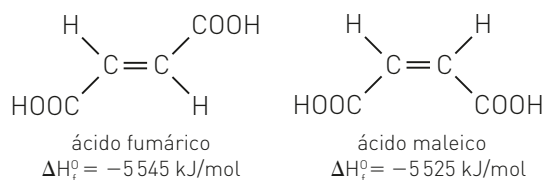


Figura I

- a) A que função orgânica pertence o composto orgânico?
- b) Forneça o nome oficial pela norma IUPAC do isômero geométrico do feromônio da Figura I.
7. (Unifesp-SP) A diferença nas estruturas químicas dos ácidos fumárico e maleico está no arranjo espacial. Essas substâncias apresentam propriedades químicas e biológicas distintas.



Analise as seguintes afirmações:

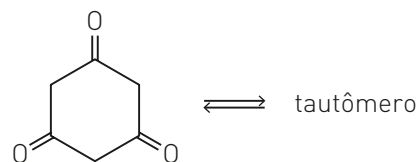
- I. Os ácidos fumárico e maleico são isômeros geométricos.
II. O ácido maleico apresenta maior solubilidade em água.
III. A conversão do ácido maleico em ácido fumárico é uma reação exotérmica.

As afirmativas corretas são:

- x a) I, II e III.
b) I e II, apenas.
c) I e III, apenas.
d) II e III, apenas.
e) III, apenas.

8. (UFPR) Isomeria é o fenômeno associado quando mais de uma substância apresenta a mesma fórmula molecular, mas difere estruturalmente quanto à disposição dos átomos na molécula. Entre as possibilidades de ocorrência desse fenômeno, as isomerias de função e geométrica são muito importantes na química orgânica. A tautomeria é um caso particular de isomeria de função, envolvendo um enol ($R - CH = C(OH) - R$) que se encontra em equilíbrio com seu tautômero carbonilado ($R - CH_2 - C(O) - R$). A isomeria geométrica, por sua vez, depende da disposição espacial dos átomos, como é o caso da posição relativa dos átomos ligados aos carbonos de uma ligação dupla carbono-carbono, conhecido como isomeria *cis-trans*.

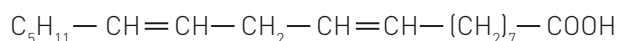
- a) A ciclohexan-1,3,5-triona, mostrada a seguir, possui um tautômero. Apresente a estrutura do composto presente em equilíbrio.



- b) Os ácidos fumárico e maleico são isômeros geométricos que possuem fórmula molecular $HO_2C - HC = CH - CO_2H$. O ácido fumárico é o isômero *trans*. Apresente as fórmulas estruturais espaciais (notação em bastão) dos ácidos fumárico e maleico. Indique claramente a geometria e identifique as moléculas do ácido fumárico e do maleico.

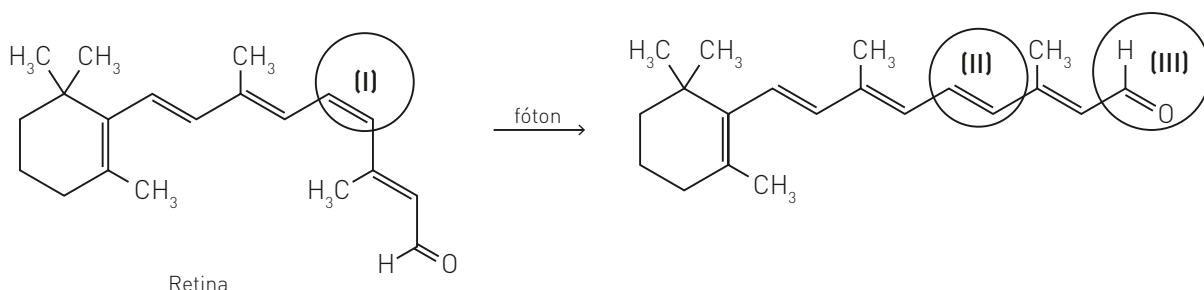
9. (Vunesp-SP) A partir da hidrogenação parcial de óleos vegetais líquidos, contendo ácidos graxos poli-insaturados (contendo mais de uma dupla-ligação), são obtidas as margarinas sólidas. Nos óleos vegetais originais, todas as duplas-ligações apresentam configuração “cis”. No entanto, na reação de hidrogenação parcial ocorre, também, isomerização de parte das ligações “cis”, formando isômero “trans”, produto nocivo à saúde humana.

O ácido linoleico, presente em óleos e gorduras, é um ácido graxo que apresenta duas insaturações, conforme fórmula molecular representada a seguir.



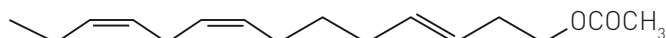
Escreva as fórmulas estruturais do isômero “cis” e do isômero “trans” que podem ser obtidos a partir da reação de hidrogenação da dupla-ligação mais próxima do grupo carboxílico deste ácido.

10. (Feevale-RS) O Retinal, molécula apresentada abaixo, associado à enzima rodopsina, é o responsável pela química da visão. Quando o Retinal absorve luz (fótons), ocorre uma mudança na sua geometria, e essa alteração inicia uma série de reações químicas, provocando um impulso nervoso que é enviado ao cérebro, onde é percebido como visão.



Entre as alternativas a seguir, assinale aquela em que a sequência I, II e III apresenta corretamente as geometrias das duplas-ligações circuladas em I e II e a função química circulado em III.

- ☒ a) I - *Cis* II - *Trans* III - Aldeído
 b) I - *Trans* II - *Cis* III - Álcool
 c) I - *Trans* II - *Trans* III - Aldeído
 d) I - *Trans* II - *Cis* III - Aldeído
 e) I - *Cis* II - *Trans* III - Ácido carboxílico
11. (Enem-PPL) A busca por substâncias capazes de minimizar a ação do inseto que ataca as plantações de tomate no Brasil levou à síntese e ao emprego de um feromônio sexual com a seguinte fórmula estrutural:

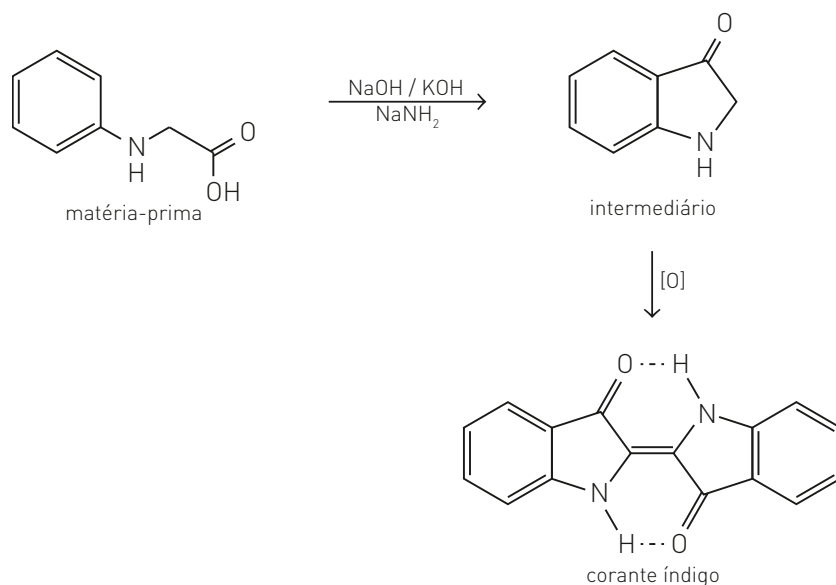


Uma indústria agroquímica necessita sintetizar um derivado com maior eficácia. Para tanto, o potencial substituto deverá preservar as seguintes propriedades estruturais do feromônio sexual: função orgânica, cadeia normal e isomeria geométrica original.

A fórmula estrutural do substituto adequado ao feromônio sexual obtido industrialmente é:

- a)
- b)
- c)
- d)
- ☒ e)

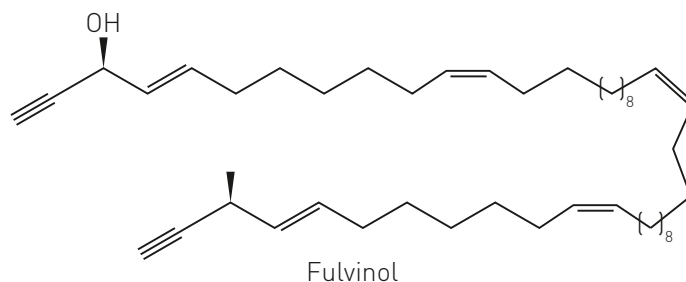
12. (FGV-SP) O corante índigo é usado mundialmente na indústria têxtil no tingimento de denim, tecido dos artigos de *jeans*, e é preparado sinteticamente a partir da seguinte reação.



No produto final da reação, prepondera o isômero representado, que tem maior estabilidade devido às interações intramoleculares representadas na figura.

A função orgânica em comum aos três compostos representados na equação de reação, a classificação do isômero e o tipo de interação intramolecular da molécula do corante índigo são, respectivamente:

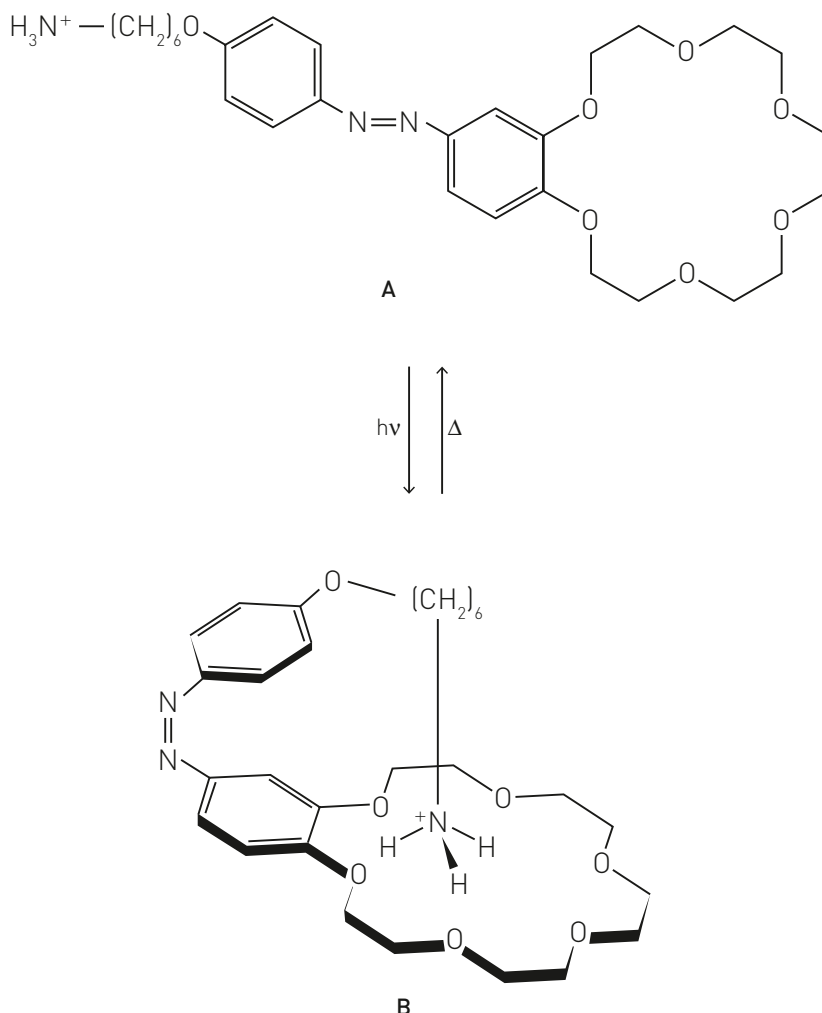
- a) amina, isômero *cis*, força de London.
 - b) amina, isômero *trans*, força de London.
 - x c) amina, isômero *trans*, ligação de hidrogênio.
 - d) amida, isômero *cis*, força de London.
 - e) amida, isômero *trans*, ligação de hidrogênio.
13. (UFRGS-RS) O fulvinol, cuja estrutura é mostrada abaixo, foi isolado de uma esponja marinha presente na costa da Espanha.



- I. É um hidrocarboneto acíclico insaturado.
 - II. Apresenta ligações duplas *trans* e *cis*.
 - III. Apresenta 4 carbonos com geometria linear.
- Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.
- x d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

14. (UFRGS-RS) O Prêmio Nobel de Química de 2016 foi concedido aos cientistas Jean-Pierre Sauvage, Sir J. Fraser Stoddart e Bernard L. Feringa que desenvolveram máquinas moleculares. Essas moléculas, em função de estímulos externos, realizam movimentos controlados que poderão levar, no futuro, à execução de tarefas de uma máquina na escala nanométrica (10^{-9} m). Abaixo está mostrada uma molécula na qual, pela irradiação de luz (fotoestimulação), o isômero A é convertido no isômero B. Sob aquecimento (termoestimulação), o isômero B novamente se converte no isômero A.



A respeito disso, considere as seguintes afirmações.

- I. A e B são isômeros geométricos em que os substituintes na ligação $N = N$ estão em lados opostos no isômero A e, no mesmo lado, no isômero B.
- II. A interação do grupo $-NH_3^+$ com o heterociclo, no isômero B, é do tipo ligação de hidrogênio.
- III. Todos os nitrogênios presentes nos dois isômeros apresentam uma estrutura tetraédrica.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas III.
- ☒ c) Apenas I e II.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

Isomeria óptica

A isomeria óptica está associada ao comportamento das substâncias submetidas a um feixe de luz polarizada (um só plano de vibração), obtida quando a luz natural, não polarizada (infinitos planos de vibração), atravessa um polarizador.



Milton Rodrigues/
Arquivo da editora

Kevin Tietz/Dreamstime/Other Images



// Para iluminarmos um ambiente, a lâmpada deve ser colocada no centro do teto, pois a luz emitida se propaga em todos os planos.

A luz polarizada é um conjunto de ondas eletromagnéticas que vibram ao longo de um único plano, denominado **plano de polarização**. Esse tipo de luz foi descoberto em 1808 pelo físico francês Etienne-Louis Malus (1775-1812) quando ele fez incidir um feixe de luz natural sobre um cristal transparente de uma variedade do carbonato de cálcio (espato da Islândia).

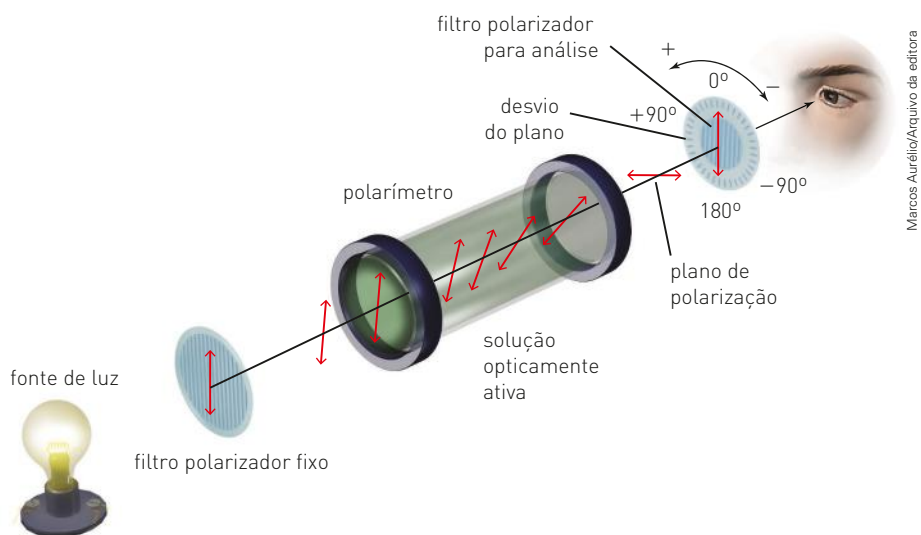
Essa propriedade é característica de várias substâncias, tanto naturais quanto sintéticas, que são denominadas **polarizadores**.

Algumas substâncias têm a propriedade de desviar o plano de vibração da luz polarizada e são denominadas opticamente ativas. Essa propriedade caracteriza os compostos que apresentam isomeria óptica.

O desvio do plano de vibração pode ocorrer em dois sentidos:

- desvio para o lado direito = **isômero dextrogiro** (d);
- desvio para o lado esquerdo = **isômero levogiro** (l).

Esse desvio é determinado experimentalmente por um aparelho denominado **polarímetro**, esquematizado na ilustração abaixo.



Marcos Aurélio/Arquivo da editora

// Após colocar uma amostra da substância a ser analisada no tubo e a fonte de luz natural ser ligada, gira-se o analisador até que um feixe de luz polarizada atinja o olho do observador. O valor obtido no analisador indica o desvio do plano da vibração provocada pela substância.

A diferença entre substâncias de mesma fórmula molecular, mas com atividades ópticas diferentes, denominadas **isômeros ópticos**, só foi esclarecida com o modelo tetraédrico do carbono, proposto em 1874 por Joseph-Achille Le Bel (1847-1930) e Van't Hoff. Se o átomo de carbono ocupar o centro de um tetraedro e seus vértices estiverem ocupados por quatro ligantes diferentes, pode-se admitir a existência de duas moléculas diferentes e assimétricas.

A condição necessária para a ocorrência de **isomeria óptica** é que a substância seja formada por **moléculas assimétricas**.

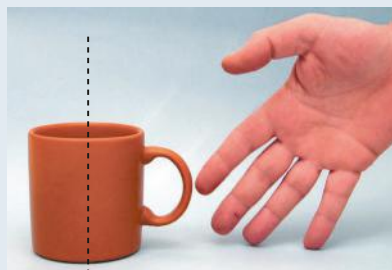
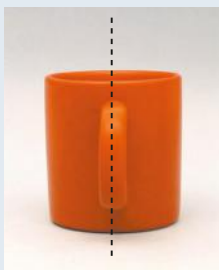
A única maneira de saber se um isômero óptico é dextrogiro (d) ou levogiro (l) consiste em utilizar um polarímetro. É impossível obter tal informação pela simples análise da fórmula estrutural do isômero.

Conceito de simetria

Dizemos que uma estrutura é simétrica quando ela apresenta pelo menos um plano de simetria, isto é, quando pode ser dividida em duas partes idênticas.

Uma estrutura simétrica, quando colocada diante de um espelho plano, produz uma imagem idêntica a ela. Observe os exemplos a seguir.

Fotos: Reprodução/Arquivo do autor

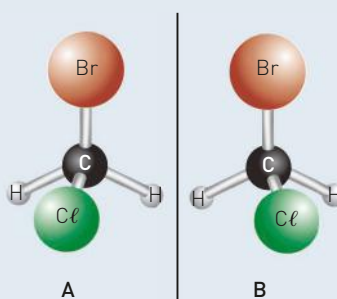


// À esquerda, está apresentado um plano de simetria da caneca. À direita, a mão, que não apresenta nenhum plano de simetria, é assimétrica, assim como o plano representado da caneca.

Martin Bough/Fundamental Photo



// Quando colocamos a mão direita diante de um espelho plano, a imagem obtida é revertida e corresponde, então, à mão esquerda.

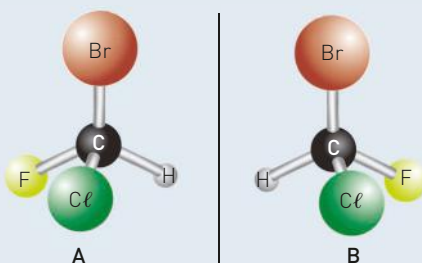


// As representações A e B de CH_2ClBr são iguais e sobreponíveis. Portanto, essa molécula é dita aquiral e não apresenta isomeria óptica.

Estruturas que não admitem nenhum plano de simetria são denominadas **assimétricas**.

Quando colocadas diante de um espelho plano, as estruturas assimétricas produzem imagens diferentes de si próprias. Uma característica importante dessas estruturas é que elas não são sobreponíveis.

Ilustrações: Luis Moura/Arquivo da editora



// As representações A e B de CHFClBr são diferentes e, portanto, não sobreponíveis. Essa molécula, dita quiral, apresenta isomeria óptica.

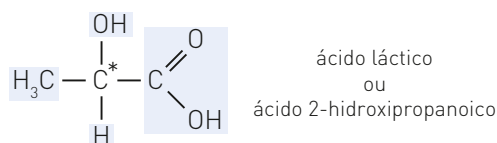


Por que existe um sapato para cada pé?

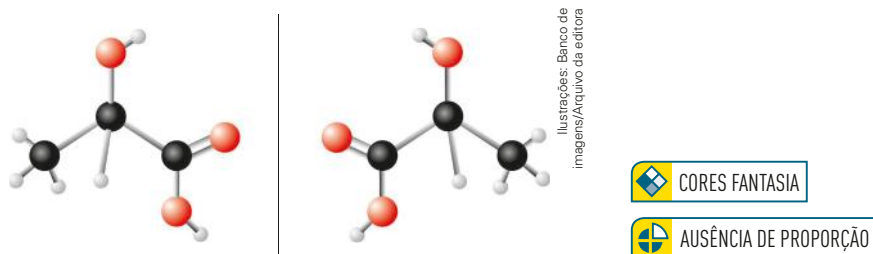
O caso mais importante de assimetria molecular ocorre quando existir, na estrutura da molécula, pelo menos um carbono **assimétrico** ou **quiral** (do grego *cheir* = mão). Para que um átomo de carbono seja assimétrico, deve apresentar quatro grupos ligantes diferentes entre si. Na fórmula estrutural, o carbono quiral é indicado por um asterisco (*).

A presença de um carbono assimétrico (quiral) em uma molécula garante a existência de duas estruturas não sobreponíveis, que correspondem a duas substâncias denominadas **isômeros ópticos**. Esses isômeros têm a capacidade de desviar o plano da luz polarizada de mesmo ângulo, mas em sentidos opostos, e são denominados **opticamente ativos**.

O ácido láctico, por exemplo, encontrado tanto no leite azedo quanto nos músculos, apresenta a seguinte fórmula estrutural plana:



Por ter, em sua estrutura, um carbono assimétrico (quiral), ele apresenta dois isômeros opticamente ativos:

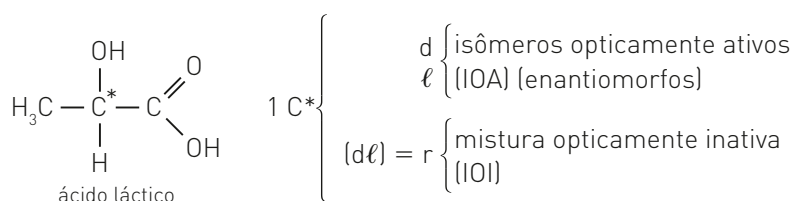


Esses isômeros são química e fisicamente iguais, mas apresentam diferenças em suas propriedades fisiológicas, o que foi verificado experimentalmente pelo químico francês Louis Pasteur (1822-1895). Ao trabalhar com uma mistura dos dois isômeros ópticos do ácido láctico, ele verificou que em apenas um deles ocorria o crescimento de mofo, o qual, aparentemente, não conseguia metabolizar um desses isômeros.

	TF	Densidade	Constante de ionização	Ângulo de desvio
Ácido láctico (d)	52 °C	1,25 g/cm ³	1,4 · 10 ⁻⁴	+2,6°
Ácido láctico (ℓ)	52 °C	1,25 g/cm ³	1,4 · 10 ⁻⁴	-2,6°

Dois isômeros opticamente ativos [(d) e (ℓ)], que apresentam o mesmo ângulo de desvio, são denominados **antípodos ópticos** ou **enantiomorfos** e sua mistura em quantidades equimolares resulta em uma **mistura opticamente inativa**, denominada **mistura racêmica** [(dℓ) ou (r)].

Assim, tomando-se o exemplo do ácido láctico, temos:



A inexistência de um plano de simetria, ou seja, um plano imaginário que divida uma molécula em duas partes iguais, é o que caracteriza uma molécula assimétrica. Assim, podemos afirmar que:

- nenhuma molécula assimétrica (quiral) tem plano de simetria;
- nenhuma molécula simétrica (aquiral) pode apresentar isomeria óptica.

Quantidade de carbonos assimétricos e número de isômeros ópticos

Moléculas com um carbono quiral (C*)

O exemplo dado anteriormente permite concluir que para **um** carbono assimétrico ou quiral temos:

- 2 isômeros opticamente ativos (IOA);
- 1 isômero opticamente inativo (IOI).

Moléculas com vários carbonos assimétricos diferentes

A maneira mais prática de determinar a quantidade de isômeros opticamente ativos e inativos de uma substância é utilizar as expressões matemáticas propostas por Van't Hoff e Le Bel:

- quantidade de isômeros opticamente ativos (IOA)

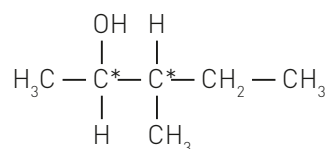
$$\text{IOA} = 2^n$$

- quantidade de isômeros opticamente inativos (IOI) (misturas racêmicas)

$$\text{IOI} = \frac{2^n}{2}$$

em que n = número de carbonos assimétricos diferentes.

Veja o exemplo:



n = número de carbonos assimétricos diferentes = 2

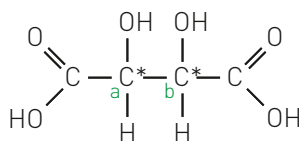
$$\text{IOA} = 2^n = 2^2 = 4 \quad \left\{ \begin{array}{l} d_1 \text{ e } \ell_1 = \text{antípodos ópticos} \\ d_2 \text{ e } \ell_2 = \text{antípodos ópticos} \end{array} \right.$$

$$\text{IOI} = \frac{2^n}{2} = \frac{2^2}{2} = 2 \quad \left\{ \begin{array}{l} \underbrace{d_1 + \ell_1}_{r_1} \quad \text{e} \quad \underbrace{d_2 + \ell_2}_{r_2} \end{array} \right.$$

Quaisquer outros pares (d_1 e d_2 ; d_1 e ℓ_2 ; d_2 e ℓ_1 ; ℓ_1 e ℓ_2) são denominados **diastereoisômeros**.

Moléculas com carbonos assimétricos iguais

Quando um composto apresenta dois ou mais carbonos assimétricos (C*) iguais, não se podem aplicar as expressões matemáticas 2^n e $\frac{2^n}{2}$ para determinar seu número de isômeros. Um caso clássico dessa situação é o do ácido tartárico (2,3-di-hidroxibutanodioico), cuja molécula apresenta 2 C* iguais:



Como os C* a e b são iguais, ou seja, apresentam os mesmos grupos ligantes, o ângulo de desvio provocado será o mesmo: α , cujo valor determinado experimentalmente é de 6° . Assim, temos as seguintes possibilidades de desvio total provocado pela ação simultânea dos 2 C*:

$$\begin{array}{l} \text{a C}^* \Rightarrow \\ \text{b C}^* \Rightarrow \end{array} \quad \begin{array}{c} +\alpha \quad \text{---} \quad -\alpha \\ +\alpha \quad \text{---} \quad -\alpha \\ \hline +2\alpha \quad \text{---} \quad -2\alpha \\ \hline d_1 \quad \text{---} \quad \ell_1 \\ \hline r_1 \end{array} \quad \text{ou} \quad \begin{array}{c} +6^\circ \quad \text{---} \quad -6^\circ \\ +6^\circ \quad \text{---} \quad -6^\circ \\ \hline +12^\circ \quad \text{---} \quad -12^\circ \\ \hline d_1 \quad \text{---} \quad \ell_1 \\ \hline r_1 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{a C}^* + \alpha \\ \text{b C}^* - \alpha \\ \hline \text{zero} \end{array} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Note que esse isômero é opticamente inativo porque o desvio provocado por um} \\ \text{dos carbonos assimétricos é compensado pelo outro carbono (compensação} \\ \text{interna). Esse tipo de isômero é denominado } \mathbf{meso}. \end{array} \right.$$

Logo, para 2 C* iguais, temos:

$$\text{IOA} \left\{ \begin{array}{l} d_1 \\ \ell_1 \end{array} \right. = 2 \quad \text{IOI} \left\{ \begin{array}{l} r_1 \Rightarrow \text{mistura racêmica} \left\{ \begin{array}{l} 50\% d_1 \text{ (compensação externa)} \\ 50\% \ell_1 \end{array} \right. \\ \text{meso} \Rightarrow \text{substância pura (compensação interna)} \end{array} \right.$$

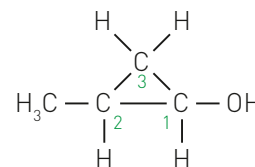
Moléculas cíclicas

A isomeria óptica ocorre também em compostos cíclicos em função da assimetria molecular. Embora nessas moléculas não existam carbonos assimétricos (C*), para determinar o número de isômeros, deve-se considerar sua existência.

Para isso, devemos levar em conta os ligantes fora do anel e considerar como ligantes as sequências nos sentidos horário e anti-horário no anel.

Veja o exemplo ao lado.

O carbono (C₃) não pode ser considerado um carbono assimétrico, pois apresenta ligantes iguais.



	Ligantes fora do anel		Sentido do percurso no anel	
			horário	anti-horário
C (1)	— H	— OH	— CH — CH ₂ — CH ₃	— CH ₂ — CH — CH ₃
C (2)	— H	— CH ₃	— CH ₂ — CH — OH	— CH — CH ₂ — OH

Logo, pode-se considerar que essa molécula apresenta 2 C* diferentes. Em compostos cíclicos, após determinar o número de carbonos que funcionam como C*, pode-se determinar o número de isômeros ópticos como nos compostos alifáticos, isto é, usando-se expressões matemáticas.

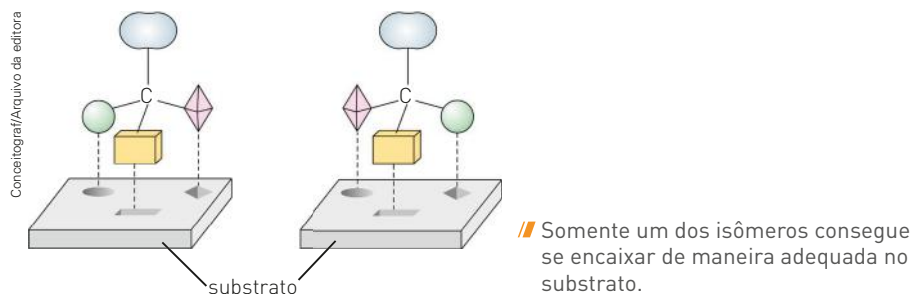
Nesse exemplo, temos:

$$\text{IOA} = 2^n = 2^2 = 4$$

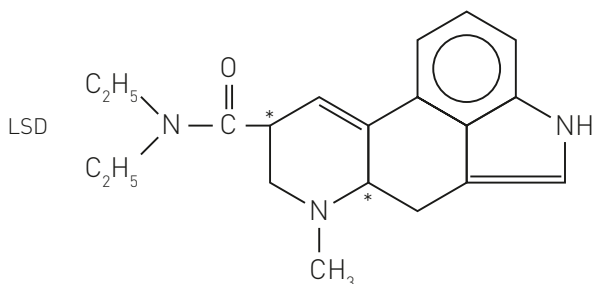
$$\text{IOI} = \frac{2^n}{2} = \frac{2^2}{2} = 2$$

Moléculas assimétricas

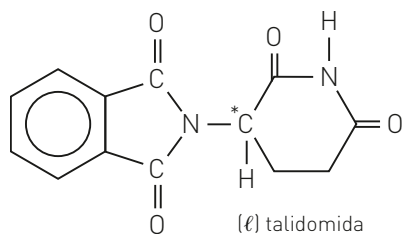
Na maioria dos processos biológicos, somente um dos isômeros ópticos é ativo.



// O LSD pode ser extraído de uma flor conhecida por Morning Glory.



No final da década de 1950, um medicamento chamado talidomida foi prescrito como tranquilizante para gestantes em muitos países. Esse medicamento produziu efeitos trágicos, originando crianças sem membros ou com membros malformados. A talidomida apresenta isomeria óptica e o medicamento continha uma mistura racêmica. Foi descoberto posteriormente que o isômero (*ℓ*) era o responsável por tais malformações.



// O isômero (*ℓ*) da talidomida provoca malformação nos membros.

A Química de aplicações práticas, com papel fundamental na criação de novos remédios, foi premiada com o Nobel de 2001. Os vencedores foram o japonês Ryoji Noyori e os americanos William Knowles e K. Barry Sharpless. Eles criaram métodos que permitem, em uma reação química, obter um produto puro e específico, que pode ser, por exemplo, um medicamento contra o mal de Parkinson, remédios para o coração, antibióticos, inseticidas, adoçantes, etc.

A maioria das moléculas existe, na verdade, em duas formas: uma é como se fosse a imagem da outra no espelho. São as moléculas quirais.

Apesar de as duas formas serem quase idênticas, a diferença sutil muda inteiramente o efeito da substância. No caso do adoçante aspartame, por exemplo, uma das imagens é doce; a outra, amarga.

Em uma reação química normal, as duas imagens de uma molécula são produzidas. Uma vez prontas, é difícil separá-las. Os ganhadores do Nobel criaram catalisadores – substâncias que apressam as reações químicas – que levam especificamente à imagem desejada.

Histórico da descoberta da isomeria óptica

Em 1815, o físico francês Jean-Batiste Biot percebeu que alguns líquidos orgânicos e algumas soluções aquosas de substâncias orgânicas (óleos de limão, cânfora em álcool, caldo-de-cana, etc.) tinham a propriedade de desviar o plano da luz polarizada (plano de polarização). Biot verificou que alguns materiais provocavam um desvio no sentido horário e outros, no anti-horário, sempre em relação ao observador. Com isso, ele imaginou que esse fenômeno devia estar relacionado com a assimetria da estrutura desses materiais.

Durante suas observações, Biot não conseguiu criar um método para medir esses desvios. Isso somente se tornou possível em 1829, quando o físico escocês William Nicol inventou um aparelho que denominou **polarímetro**.

Apesar de Nicol ter descoberto uma maneira de medir o desvio sofrido pelo plano de polarização, ele não conseguiu explicar por que isso ocorria. Somente em 1846 o químico francês Louis Pasteur (1822-1895) conseguiu estabelecer uma relação entre a assimetria estrutural e a capacidade de as substâncias desviarem o plano de polarização. Isso ocorreu durante seus estudos do processo de produção de vinho.

Durante o processo de fermentação do suco de uva destinado à produção de vinho, formam-se dois ácidos que se depositam nas paredes dos barris.

Pasteur descobriu que os cristais desses ácidos apresentavam comportamento diferente quando submetidos à luz polarizada. Um deles, denominado ácido tartárico, provocava um desvio no plano de polarização no sentido horário, ou seja, para a direita. O outro, ácido racêmico (do latim *racemus* = cacho de uvas), era inativo, isto é, não provocava desvio no plano de polarização. Os dois ácidos apresentavam a mesma fórmula molecular e as mesmas propriedades, mas tinham atividades ópticas diferentes.

Estudando os cristais dos sais de sódio e do amônio do ácido tartárico, Pasteur percebeu que eles eram **assimétricos**, apresentando de cada lado uma face diferente. Ao estudar os cristais dos sais de sódio e do amônio do ácido racêmico, percebeu que eles também **não eram simétricos**, mas alguns tinham uma face diferente para a direita e outros, para a esquerda, de modo que os dois tipos de cristais se comportavam como um par objeto-imagem em relação a um espelho plano.

Usando um microscópio e uma pinça, Pasteur separou cuidadosamente os dois tipos de cristais que compunham o racêmico e dissolveu-os separadamente em água. Analisando essas soluções, verificou que ambas eram opticamente ativas: a solução de um dos tipos de cristal provocava um desvio igual ao da solução de ácido tartárico (desvio para a direita); porém, a solução do outro cristal provocava um desvio com mesmo ângulo, mas em sentido oposto (desvio para a esquerda).

Isso o levou a concluir que o ácido racêmico não era uma substância pura, mas uma mistura formada por:

- 50% de um tipo de ácido tartárico, que desviava o plano de polarização para a **direita (dextrogiro)**;
- 50% de um outro tipo de ácido tartárico, que provocava um desvio de mesmo valor, mas com sentido contrário, para a **esquerda (levogiro)**.

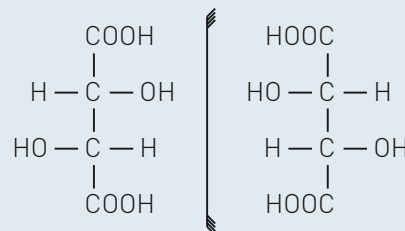


Bettman/Corbis/Getty Images

/// Louis Pasteur desenvolveu o processo, atualmente denominado pasteurização, de aquecimento do leite para matar bactérias e retardar sua decomposição. Ele descobriu a isomeria espacial (estereoisomeria) associada à assimetria.



Banco de imagens/Arquivo da editora

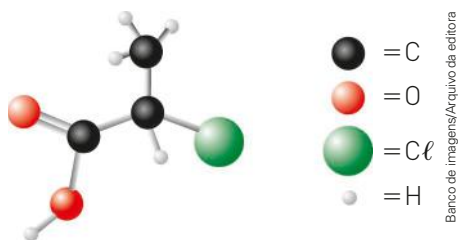


espelho plano

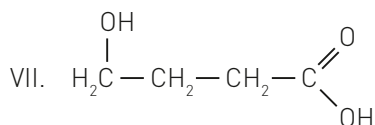
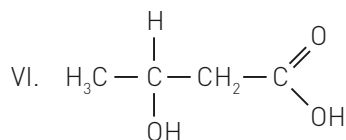
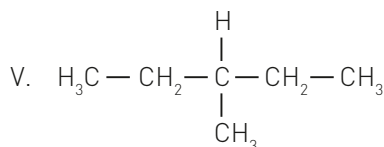
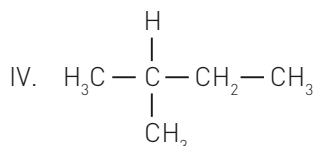
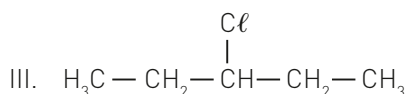
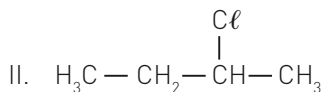
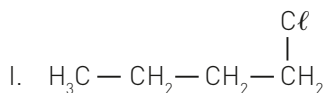
/// Representação dos cristais diferentes (enantiomorfos) do ácido tartárico e das fórmulas estruturais planas dos isômeros dextrogiro e levogiro.

Fundamentando seus conhecimentos

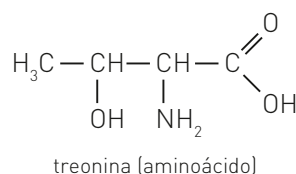
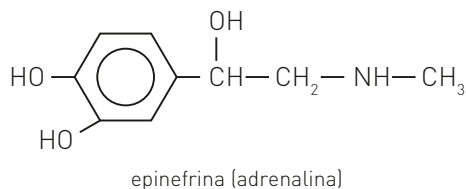
Observe a estrutura abaixo e responda às questões **1 a 4**:



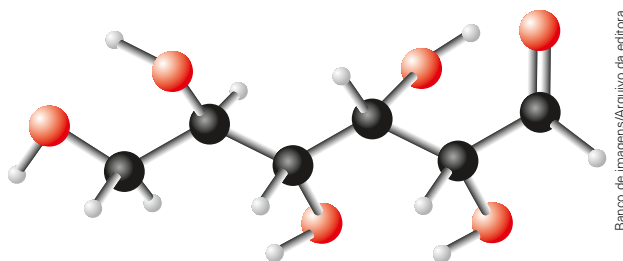
1. Quais funções orgânicas estão presentes na molécula?
2. Escreva em seu caderno sua fórmula estrutural plana.
3. Escreva em seu caderno sua fórmula molecular.
4. Indique o carbono quiral.
5. Quais dos compostos seguintes apresentam carbono assimétrico?



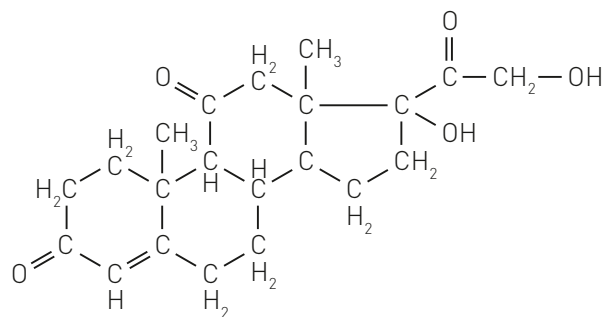
6. Considere as seguintes estruturas e indique as funções presentes em cada fórmula e o número de carbonos (quirais) assimétricos existentes:



A respeito da estrutura apresentada abaixo, responda às questões **7 a 10**.



7. Quais funções estão presentes na molécula?
8. Indique o número de carbonos quirais.
9. Determine o número de isômeros opticamente ativos.
10. Determine o número de isômeros (misturas racêmicas) opticamente inativos.
11. A cortisona é um anti-inflamatório muito utilizado e sua estrutura pode ser representada por:



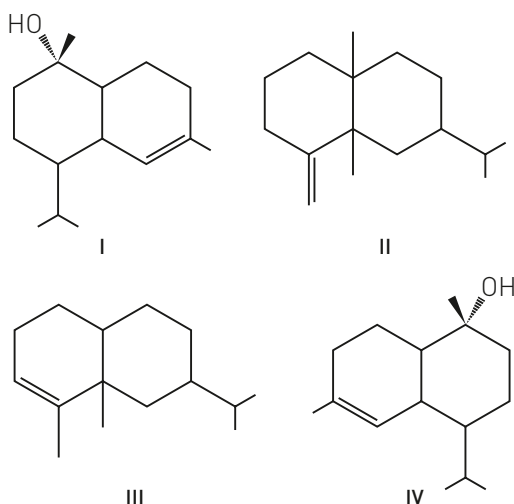
Examinando a estrutura dessa molécula, determine o número de carbonos assimétricos (quirais).

Desenvolvendo seus conhecimentos

1. (Enem) O estudo de compostos orgânicos permite aos analistas definir propriedades físicas e químicas responsáveis pelas características de cada substância descoberta. Um laboratório investiga moléculas quirais cuja cadeia carbônica seja insaturada, heterogênea e ramificada. A fórmula que se enquadra nas características da molécula investigada é

- a) $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_2 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CO} - \text{NH} - \text{CH}_3$
 x b) $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CO} - \text{NH} - \text{CH}_3$
 c) $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CO} - \text{NH}_2$
 d) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CO} - \text{NH} - \text{CH}_3$
 e) $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}_2 - \text{CO} - \text{NH} - \text{CH}_3$

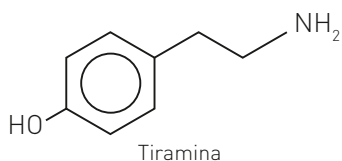
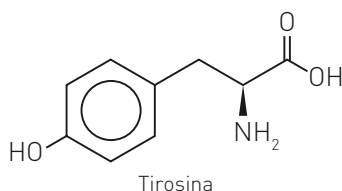
2. (PUC-RJ)



Sobre as substâncias I, II, III e IV, tem-se que:

- a) I e IV são substâncias iguais.
 x b) I e IV são isômeros espaciais.
 c) II e III são substâncias iguais.
 d) II e III são isômeros geométricos.
 e) II e IV são isômeros funcionais.

3. (PUC-RJ) Abaixo estão representadas as estruturas da tirosina e da tiramina.



Considerando essas substâncias, pode-se afirmar que:

- a) são tautômeros.
 b) são opticamente ativas.
 c) são isômeros funcionais.
 x d) a tirosina possui um carbono assimétrico.
 e) a tiramina possui um carbono assimétrico.

Texto para a próxima questão:

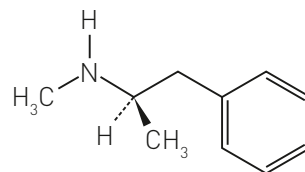
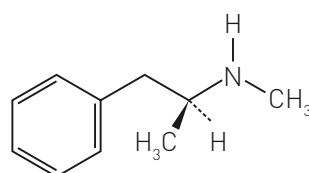
A história do seriado *Breaking Bad* gira em torno de um professor de Química do ensino médio, com uma esposa grávida e um filho adolescente que sofre de paralisia cerebral. Quando é diagnosticado com câncer, ele abraça uma vida de crimes, produzindo e vendendo metanfetaminas.

O uso de drogas pode desestabilizar totalmente a vida de uma pessoa, gerando consequências devastadoras e permanentes. Muitas vezes, toda a família é afetada.

As metanfetaminas são substâncias relacionadas quimicamente com as anfetaminas e são um potente estimulante que afeta o sistema nervoso central.

(<http://tinyurl.com/pffwfe6>. Acesso em: 13.06.2014. Adaptado)

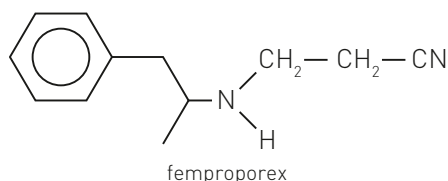
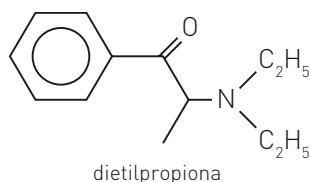
4. (Fatec-SP) A metanfetamina, N-metil-1-fenil-propoano-2-amina, fórmula $\text{C}_{10}\text{H}_{15}\text{N}$, apresenta os isômeros representados pelas fórmulas estruturais:



A análise das estruturas nos permite concluir, corretamente, que os compostos são isômeros

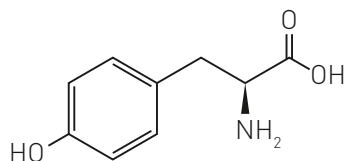
- a) de cadeia.
 b) de posição.
 c) de função.
 d) geométricos.
 x e) ópticos.

5. (Unifesp-SP) Não é somente a ingestão de bebidas alcoólicas que está associada aos acidentes nas estradas, mas também a ingestão de drogas psicoestimulantes por alguns motoristas que têm longas jornadas de trabalho. Estudos indicam que o Brasil é o maior importador de dietilpropiona e femproporex, estruturas químicas representadas na figura.



Para as drogas psicoestimulantes, uma das funções orgânicas apresentadas na estrutura da dietilpropiona e o número de carbonos assimétricos na molécula da femproporex são, respectivamente,

- a) amida e 1.
b) amina e 2.
c) amina e 3.
x d) cetona e 1.
e) cetona e 2.
6. (PUC-SP) A melanina é o pigmento responsável pela pigmentação da pele e do cabelo. Em nosso organismo, a melanina é produzida a partir da polimerização da tirosina, cuja estrutura está representada a seguir.



Sobre a tirosina foram feitas algumas afirmações:

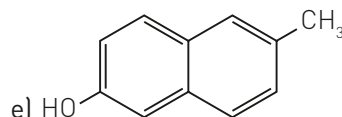
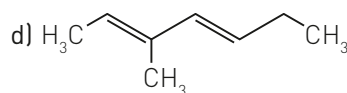
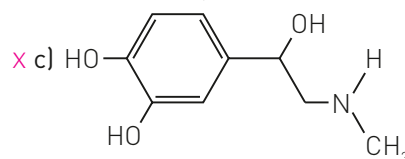
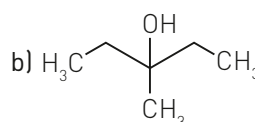
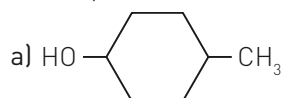
- I. A sua fórmula molecular é $C_9H_{11}NO_3$.
II. A tirosina contém apenas um carbono quiral (assimétrico) em sua estrutura.
III. A tirosina apresenta as funções cetona, álcool e amina.

Está(ão) correta(s) apenas a(s) afirmação(ões)

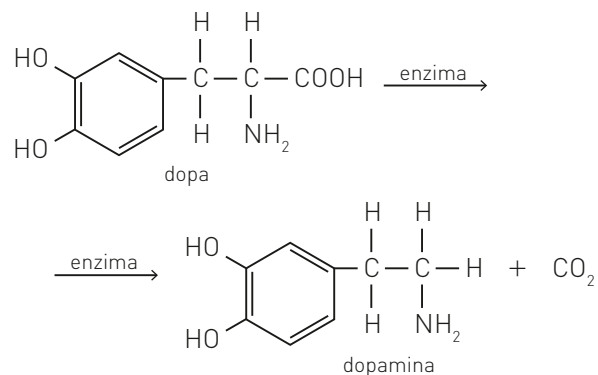
- x a) I e II.
b) I e III.
c) II e III.
d) I.
e) III.

7. (UPM-SP) O fenômeno da isomeria óptica ocorre em moléculas assimétricas, que possuem no mínimo um átomo de carbono quiral. Os enantiômeros possuem as mesmas propriedades físico-químicas, exceto a capacidade de desviar o plano de uma luz polarizada; por isso, esses isômeros são denominados isômeros ópticos.

De acordo com essas informações, o composto orgânico abaixo que apresenta isomeria óptica está representado em

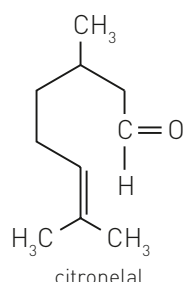


8. (Unifesp-SP) O Mal de Parkinson, doença degenerativa cuja incidência vem crescendo com o aumento da duração da vida humana, está associado à diminuição da produção do neurotransmissor dopamina no cérebro. Para suprir a deficiência de dopamina, administra-se por via oral um medicamento contendo a substância dopa. A dopa é absorvida e transportada nessa forma para todo o organismo, através da circulação, penetrando no cérebro, onde é convertida em dopamina, através de reação catalisada por enzima adequada, representada pela equação:



- a) Identifique as funções orgânicas presentes em cada uma das duas substâncias, dopa e dopamina.
- b) Analise as fórmulas da dopa e da dopamina e decida se as substâncias apresentam atividade óptica. Em caso positivo, copie a fórmula estrutural correspondente no caderno, de uma ou de ambas as substâncias, assinalando na fórmula o átomo responsável pela atividade óptica.

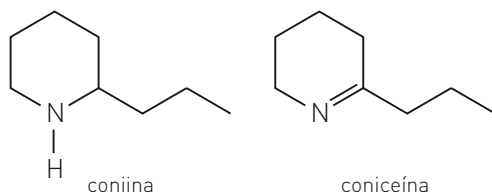
9. (Vunesp-SP) Em época de aumento de incidência de dengue, é comum o uso de extratos vegetais para repelir o mosquito responsável pela propagação da doença. Um dos extratos mais usados é o óleo de citronela. A substância responsável pela ação repelente do óleo de citronela é conhecida como citronelal, cuja fórmula estrutural é fornecida a seguir.



Com relação ao citronelal, é correto afirmar que:

- ☒ a) apresenta isomeria óptica.
- b) tem fórmula molecular $C_{10}H_{20}O$.
- c) apresenta duplas-ligações conjugadas.
- d) não sofre reação de hidrogenação.
- e) apresenta a função cetona.

10. (UFRGS-RS) Existe o mito de que produto químico e produto tóxico são sinônimos e de que um produto, por ser natural, não faz mal à saúde. No século IV a.C., os gregos coletavam amostras do veneno cicuta de uma planta (*Conium maculatum*). Coniina e coniceína, cujas estruturas são mostradas abaixo, são os principais alcaloides presentes nessa planta, sendo os responsáveis por sua toxidez.



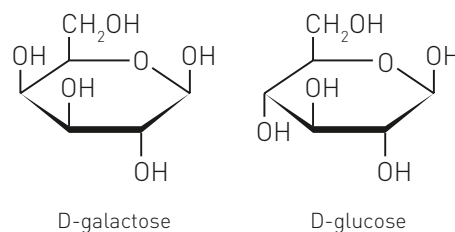
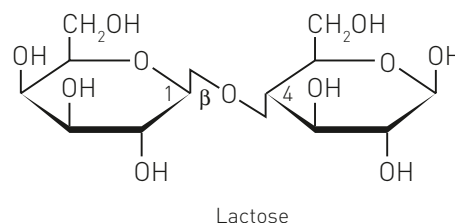
Com base nas estruturas desses compostos, considere as afirmações a seguir.

- I. A coniceína apresenta o menor ponto de ebulição.
- II. A coniina não apresenta carbono assimétrico em sua estrutura.
- III. Tanto a coniceína quanto a coniina são aminas secundárias.

Quais estão corretas?

- ☒ a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.
- d) Apenas I e II.
- e) Apenas II e III.

11. (Uern) A intolerância à lactose é o nome que se dá à incapacidade parcial ou completa de digerir o açúcar existente no leite e seus derivados. Ela ocorre quando o organismo não produz, ou produz em quantidade insuficiente, uma enzima digestiva chamada lactase, cuja função é quebrar as moléculas de lactose e convertê-las em glucose e galactose (figura). Como consequência, essa substância chega ao intestino grosso inalterada. Ali, ela se acumula e é fermentada por bactérias que fabricam ácido lático e gases, promovendo maior retenção de água e o aparecimento de diarreias e cólicas.

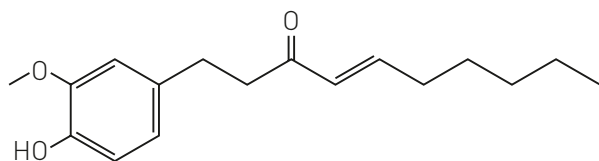


[Disponível em: <http://acomidadavizinha.blogspot.com.br/2014/03/intolerancia-lactose.html>. Adaptado.]

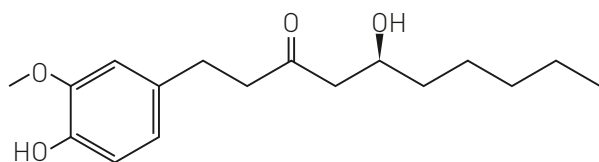
A respeito dos compostos ilustrados anteriormente, é correto afirmar que

- a) a glucose possui sete hidrogênios.
- ☒ b) a lactose possui dez carbonos assimétricos.
- c) a galactose não é um composto opticamente ativo.
- d) as funções presentes nos três compostos são: álcool e anidrido.

12. (Uerj) Duas das moléculas presentes no gengibre são benéficas à saúde: shogaol e gingerol. Observe suas fórmulas estruturais:



shogaol

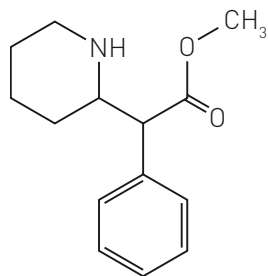


gingerol

Aponte o tipo de isomeria espacial presente, respectivamente, em cada uma das estruturas.

Nomeie, ainda, as funções orgânicas correspondentes aos grupos oxigenados ligados diretamente aos núcleos aromáticos de ambas as moléculas.

13. (FICSAE-SP) Ritalina é o nome comercial do metilfenidato, droga frequentemente prescrita para pacientes com transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH). A fórmula estrutural do fenilfenidato está representada a seguir:



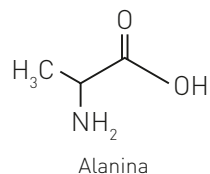
A respeito dessa substância foram feitas algumas afirmações:

- I. Apresenta fórmula molecular $C_{14}H_{19}NO_2$.
- II. Um comprimido com 20 mg apresenta menos de $1,0 \cdot 10^{-5}$ mol dessa substância.
- III. A molécula apresenta carbono quiral.
- IV. Apresenta as funções amina e ácido carboxílico.

Estão corretas apenas as afirmações:

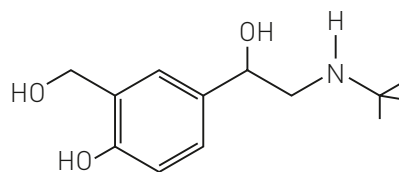
- ☒ a) I e III.
☐ b) II e III.
☐ c) I e IV.
☐ d) III e IV.

14. (Unifor-CE) A alanina (ácido 2-amino-propanoico) é um aminoácido que faz parte da estrutura das proteínas. Em relação à ocorrência de estereoisomeria, pode-se afirmar que alanina apresenta um número de estereoisômeros igual:

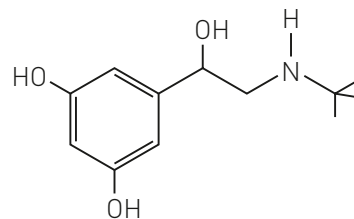


- a) 0
☒ b) 2
 c) 4
 d) 6
 e) 8

15. (Uerj) Dois anabolizantes comumente encontrados em casos de *doping* em atletas são o salbutamol e a terbutalina. Ao comparar suas fórmulas estruturais, identificam-se funções orgânicas comuns a ambas as moléculas. Observe:



salbutamol



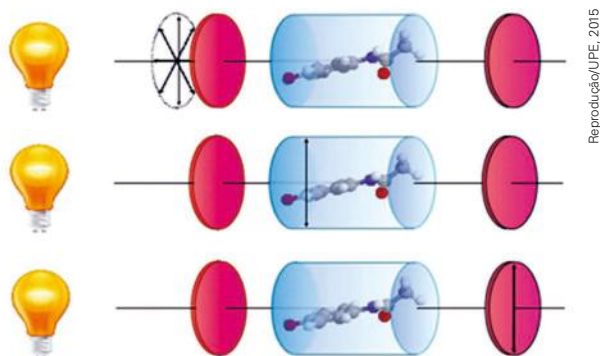
terbutalina

Considere os grupamentos funcionais que estabelecem ligação direta com os carbonos alifáticos em cada molécula. Nomeie suas funções correspondentes.

Em seguida, indique o número de átomos de carbonos terciários presentes no salbutamol e calcule o número de isômeros ópticos ativos da terbutalina.

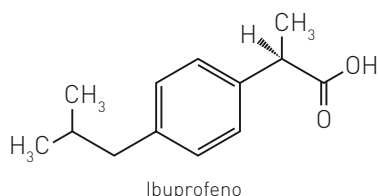
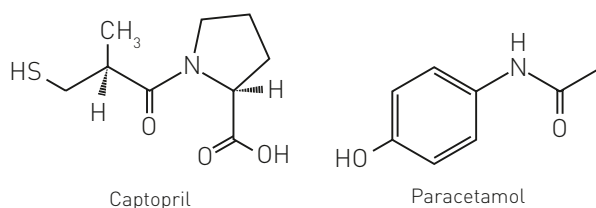
Desafiando seus conhecimentos

1. (UPE-PE) A imagem a seguir indica a sequência de uma simulação computacional sobre a análise de uma propriedade física exibida por um fármaco.



(Disponível em: http://www.quimica.ufc.br/sites/default/files/flash/polarimetro_3.swf)

Entre os fármacos indicados abaixo, qual(is) exibe(m) resposta similar ao observado nessa simulação?

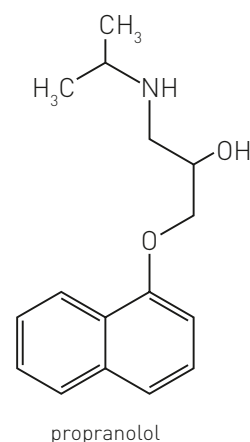


- a) Captopril
- b) Ibuprofeno
- ☒ c) Paracetamol
- d) Captopril e ibuprofeno
- e) Todos os fármacos apresentados

Texto para a próxima questão:

Em todos os jogos olímpicos há sempre uma grande preocupação do Comitê Olímpico em relação ao *doping*. Entre as classes de substâncias dopantes, os betabloqueadores atuam no organismo como diminuidores dos batimentos cardíacos e como antianginais.

O propranolol foi um dos primeiros betabloqueadores de sucesso desenvolvidos e é uma substância proibida em jogos olímpicos.



2. (Vunesp-SP) Com base nas informações contidas no texto e na fórmula estrutural apresentada, é correto afirmar que o propranolol apresenta
- a) isomeria óptica devido à presença de carbono quiral e é proibido porque pode tornar os atletas mais sonolentos.
 - b) isomeria geométrica por possuir carbonos insaturados e é proibido porque pode aumentar a potência e a velocidade dos atletas.
 - c) isomeria geométrica por possuir carbonos insaturados e é proibido porque pode diminuir os batimentos cardíacos e aumentar a precisão dos atletas.
 - d) isomeria óptica devido à presença de carbonos insaturados e é proibido porque pode aumentar a potência e a velocidade dos atletas.
 - ☒ e) isomeria óptica devido à presença de carbono quiral e é proibido porque pode diminuir os batimentos cardíacos e aumentar a precisão dos atletas.

3. (Enem)

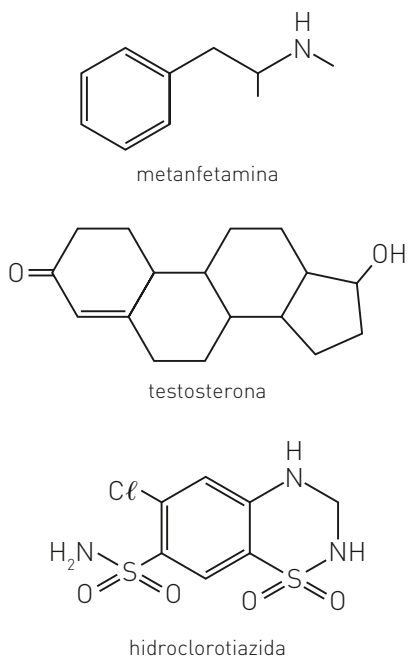
A talidomida é um sedativo leve e foi muito utilizado no tratamento de náuseas, comuns no início da gravidez. Quando foi lançada, era considerada segura para o uso de grávidas, sendo administrada como uma mistura racêmica composta pelos seus dois enantiômeros (R e S). Entretanto, não se sabia, na época, que o enantiômero S leva à malformação congênita, afetando principalmente o desenvolvimento normal dos braços e pernas do bebê.

COELHO, F. A. S. "Fármacos e quiralidade". *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 3, maio 2001 (adaptado).

Essa malformação congênita ocorre porque esses enantiômeros

- a) reagem entre si.
- b) não podem ser separados.
- c) não estão presentes em partes iguais.
- ☒ d) interação de maneira distinta com o organismo.
- e) são estruturas com diferentes grupos funcionais.

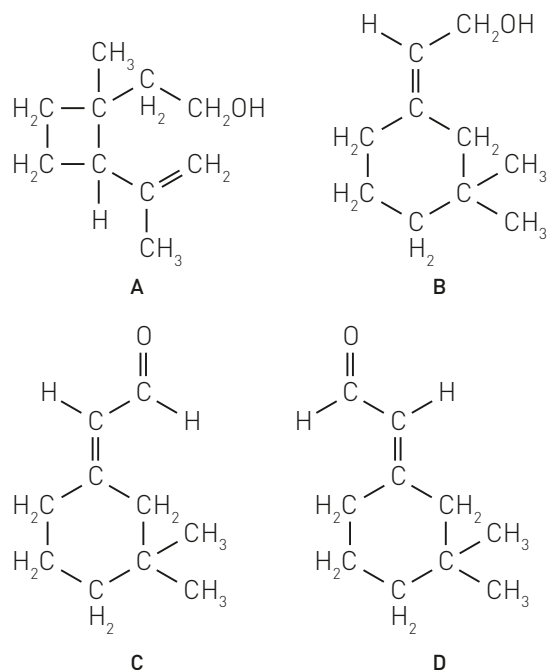
4. (UFPR) As principais substâncias utilizadas no *doping* no esporte são classificadas como estimulantes, esteroides e diuréticos. São exemplos dessas classes, respectivamente, metanfetamina, testosterona e hidroclorotiazida, cujas estruturas são mostradas a seguir.



A partir das estruturas das três substâncias, analise as afirmativas a seguir:

1. A testosterona possui seis carbonos quirais.
 2. A metanfetamina possui dois isômeros ópticos.
 3. A hidroclorotiazida possui isômeros geométricos.
 4. As três substâncias utilizadas em *doping* apresentam algum tipo de isomeria.
- Assinale a alternativa correta.
- a) Somente as afirmativas 2 e 3 são verdadeiras.
 - b) Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.
 - ☒ c) Somente as afirmativas 1, 2 e 4 são verdadeiras.
 - d) Somente as afirmativas 1, 3 e 4 são verdadeiras.
 - e) Somente as afirmativas 3 e 4 são verdadeiras.

5. (Fuvest-SP) Uma espécie de besouro, cujo nome científico é *Anthonomus grandis*, destrói plantações de algodão, do qual se alimenta. Seu organismo transforma alguns componentes do algodão em uma mistura de quatro compostos, A, B, C e D, cuja função é atrair outros besouros da mesma espécie:



Considere as seguintes afirmações sobre esses compostos:

- I. Dois são álcoois isoméricos e os outros dois são aldeídos isoméricos.
- II. A quantidade de água produzida na combustão total de um mol de B é igual àquela produzida na combustão total de um mol de D.
- III. Apenas as moléculas do composto A contêm átomos de carbono assimétricos.

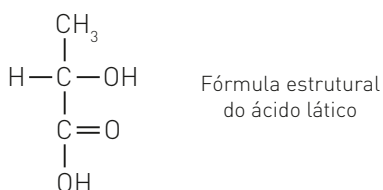
É correto somente o que se afirma em:

- a) I.
- b) II.
- c) III.
- d) I e II.
- ☒ e) I e III.

6. (UEL-PR) Leia o texto a seguir.

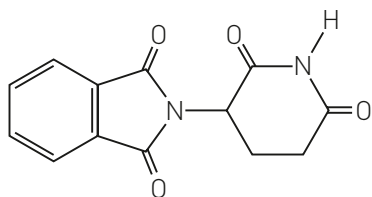
A atividade óptica foi um mistério fundamental da matéria durante a maior parte do século XIX. O físico francês, Jean Baptist Biot, em 1815, descobriu que certos minerais eram opticamente ativos, ou seja, desviavam o plano de luz polarizada. Em 1848, Louis Pasteur foi além e, usando um polarímetro, percebeu que o fenômeno está associado à presença de dois tipos de substâncias opticamente ativas: as dextrógiras (desvio do plano de luz para a direita) e as levógiras (desvio do plano de luz para a esquerda). As observações de Pasteur começaram a se conectar com outras anteriores, como as de Schelle que, em 1770, isolou o ácido láctico (Figura 4) opticamente inativo do leite fermentado e Berzelius que, em 1807, isolou a mesma substância de músculos, porém com atividade óptica.

Adaptado de: GREENBERD, A. *Uma Breve História da Química da Alquimia às Ciências Moleculares Modernas*. Trad. de Henrique Eisi Toma, Paola Corio e Viktoria Klara Lakatos Osório. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2009. p.297-299.



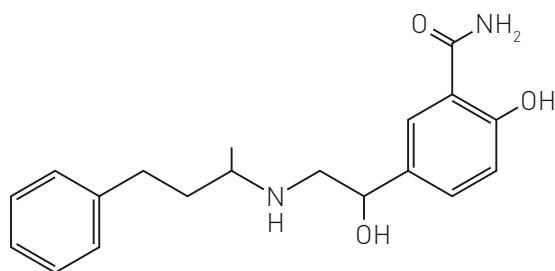
Com base no texto e nos conhecimentos sobre isomeria óptica, assinale a alternativa correta.

- a) Os isômeros ópticos do ácido láctico possuem propriedades físico-químicas diferentes, como pontos de fusão e ebulição.
- b) O ácido láctico isolado do músculo por Berzelius era opticamente ativo porque possuía plano de simetria.
- c) O ácido láctico possui dois carbonos quirais e dois isômeros ópticos que são diastereoisômeros.
- d) O ácido láctico, do leite fermentado, isolado por Schelle, pode formar até duas misturas racêmicas.
- ☒ e) O ácido láctico, do leite fermentado, isolado por Schelle, tinha os dois enantiômeros em quantidades iguais, a mistura racêmica.
7. (UCS-RS) A talidomida, cuja estrutura química encontra-se representada abaixo, foi comercializada pela primeira vez na Alemanha em 1957. A indústria farmacêutica que a desenvolveu acreditou que a mesma era tão segura que a prescreveu para mulheres grávidas para combater enjoos matinais. Infelizmente, várias gestantes que a utilizaram tiveram bebês com mãos, braços, pés e pernas atrofiadas (efeito teratogênico). Posteriormente, verificou-se que a talidomida apresentava quiralidade e que apenas a (-)-talidomida era teratogênica, enquanto a (+)-talidomida é que minimizava o enjoo matinal.



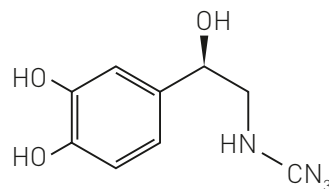
A (-)-talidomida e a (+)-talidomida são

- a) isômeros de cadeia.
- b) tautômeros.
- c) isômeros de função.
- ☒ d) enantiômeros.
- e) isômeros de compensação.
8. (UFPA) O anti-hipertensivo *labetalol*, fórmula estrutural plana dada a seguir, é exemplo de um fármaco que apresenta vantagens ao ser administrado como racemato.



Como no processo de síntese todos os estereoisômeros são produzidos, o número de estereoisômeros na mistura será

- a) 1. b) 2. c) 3. ☒ d) 4. e) 5.
9. (Iftsul-RS) A adrenalina, hormônio natural elaborado pelas glândulas suprarrenais e potente estimulante cardíaco e hipertensor, é um composto orgânico que apresenta a seguinte fórmula estrutural, representada abaixo:



Quantos isômeros opticamente ativos apresentam esse hormônio?

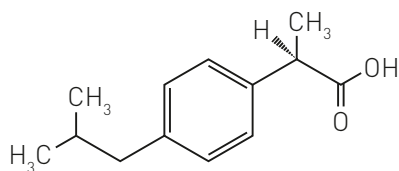
- ☒ a) 2 b) 4 c) 6 d) 8
10. (UEL-PR) Leia a charge a seguir.



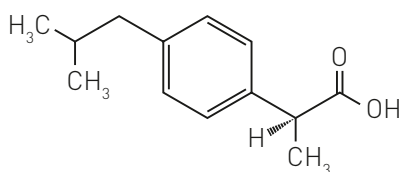
[Disponível em: <portaldoprofessor.mec.gov.br>. Acesso em: 15 jun. 2016.]

A charge evidencia uma situação cotidiana relacionada à compra de medicamentos, na qual ocorrem dúvidas por parte da consumidora, tendo em vista os diferentes medicamentos comercializados: os de marca, os similares e os genéricos. Essa dúvida, no entanto, não deveria existir, pois os diferentes tipos de medicamentos devem apresentar o mesmo efeito terapêutico. O que não se sabe, por parte da população em geral, é que muitos medicamentos

são vendidos na forma de dois isômeros ópticos em quantidades iguais, mas apenas um deles possui atividade terapêutica. Por exemplo, o ibuprofeno é um anti-inflamatório que é comercializado na sua forma (S) + (ativa) e (R) – (inativa), conforme mostram as figuras a seguir.



(S) + Ibuprofeno



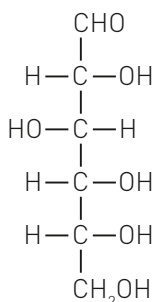
(R) – Ibuprofeno

Com base nessas informações, considere as afirmativas a seguir.

- I. O ibuprofeno é comercializado na forma de racemato.
- II. Os dois isômeros são diastereoisômeros.
- III. Os dois isômeros apresentam isomeria de posição.
- IV. Os dois isômeros possuem pontos de fusão iguais.

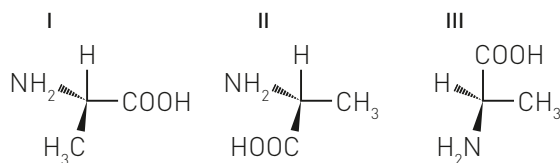
Assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas I e II são corretas.
 - ☒ b) Somente as afirmativas I e IV são corretas.
 - c) Somente as afirmativas III e IV são corretas.
 - d) Somente as afirmativas I, II e III são corretas.
 - e) Somente as afirmativas II, III e IV são corretas.
- 11.** (Uece) A glicose é uma das principais fontes de energia para o ser humano, sendo também conhecida como “açúcar do sangue”. Atente à estrutura da glicose:
- No que diz respeito à isomeria óptica que ocorre com a estrutura da glicose, assinale a afirmação verdadeira.



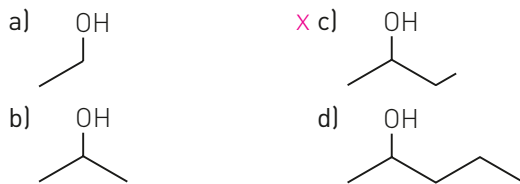
- a) Na estrutura existem dois átomos de carbono assimétricos.
- ☒ b) O total de isômeros ópticos ativos gerados por essa estrutura é 16.
- c) Essa estrutura representa a glicose levógira.
- d) Na estrutura existem três átomos de carbono simétricos.

- 12.** (PUC-MG) Os aminoácidos são compostos que apresentam isomeria óptica, com exceção da glicina. Um exemplo de aminoácido com atividade óptica é a alanina. Abaixo, estão apresentadas 3 estruturas tridimensionais da alanina.



É CORRETO afirmar que:

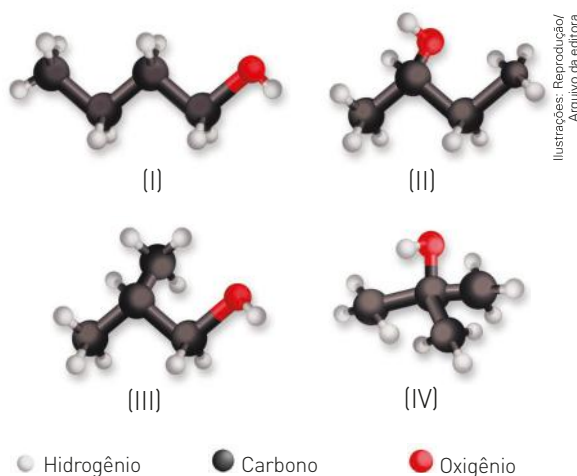
- a) II e III são enantiômeros.
 - b) I e III são o mesmo composto.
 - c) I e II são o mesmo composto.
 - ☒ d) I e II são enantiômeros.
- 13.** (Uerj) Em um experimento, foi analisado o efeito do número de átomos de carbono sobre a solubilidade de alcoóis em água, bem como sobre a quiralidade das moléculas desses alcoóis. Todas as moléculas de alcoóis testadas tinham número de átomos de carbono variando de 2 a 5, e cadeias carbônicas abertas e não ramificadas. Dentre os alcoóis utilizados contendo um centro quiral, aquele de maior solubilidade em água possui fórmula estrutural correspondente a:



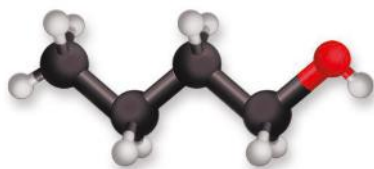
- 14.** (USCS-SP) A solubilidade de álcoois em água depende, entre outros fatores, do tamanho da cadeia carbônica. Moléculas de álcool de cadeias com maior número de carbonos tendem a ser menos solúveis, apresentando uma região hidrofóbica e outra região hidrofílica, mas o número de ramificações da cadeia influencia na solubilidade. A tabela apresenta a solubilidade de alguns álcoois em água.

Álcool	Solubilidade (g/100 g de H ₂ O)
metílico	infinita
etílico	infinita
n-propílico	infinita
n-butílico	7,9
sec-butílico	12,5
terc-butílico	infinita
isobutílico	9,5

As figuras mostram as representações em esferas de quatro álcoois que apresentam quatro carbonos.

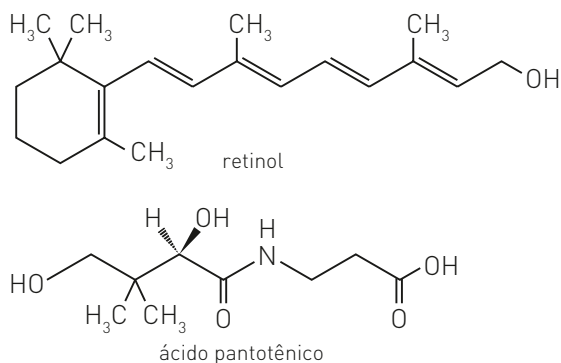


- a) Na molécula representada a seguir circule a parte que constitui sua região hidrofóbica e indique o tipo de interação intermolecular que ocorre na região hidrofílica.



- b) Escreva o nome oficial (de acordo com a IUPAC) do álcool de quatro carbonos mais solúvel e indique qual deles apresenta isômeros ópticos.

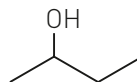
15. (Vunesp-SP) Analise as fórmulas que representam as estruturas do retinol (vitamina A), lipossolúvel, e do ácido pantotênico (vitamina B5), hidrossolúvel.



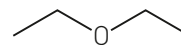
Com base na análise das fórmulas, identifique as funções orgânicas presentes em cada vitamina e justifique por que a vitamina B5 é hidrossolúvel e a vitamina A é lipossolúvel. Qual dessas vitaminas apresenta isomeria óptica? Justifique sua resposta.

16. (Unifesp) Os compostos 1 e 2, representados nas figuras, são compostos orgânicos utilizados como solventes na indústria química e farmacêutica.

Composto 1



Composto 2



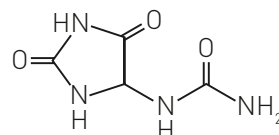
Na tabela, cada letra (x, y, z, w) pode representar somente o composto 1 ou o composto 2.

Composto	Pressão de vapor (20 °C)
x	1,67 kPa
y	58,6 kPa
Composto	Solubilidade em água
z	69 g/L
w	290 g/L

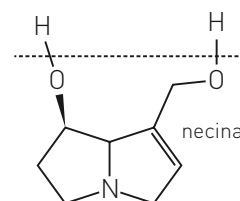
- a) Identifique os compostos x, y, z e w.
b) Que tipo de isomeria ocorre entre os compostos 1 e 2? Escreva o nome oficial do composto que apresenta atividade ótica.

17. (Unifesp) O confrei (*Symphytum officinale* L.) é uma planta utilizada na medicina tradicional como cicatrizante, devido à presença da alantoína (estrutura 1), mas também possui alcaloides pirrolizidínicos, tais como o da estrutura 2, os quais são comprovadamente hepatotóxicos e carcinogênicos. O núcleo destacado na estrutura 2 recebe o nome de necina ou núcleo pirrolizidina.

Estrutura 1

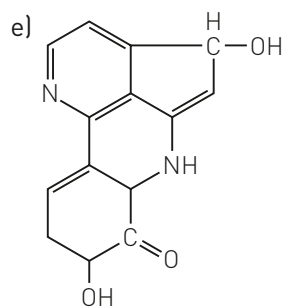
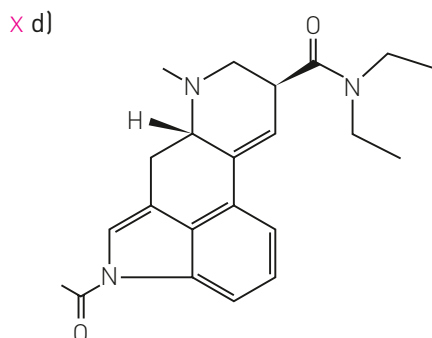
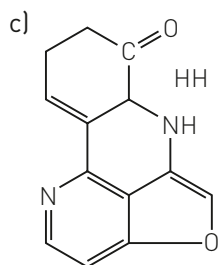
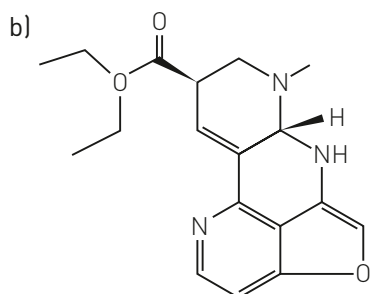
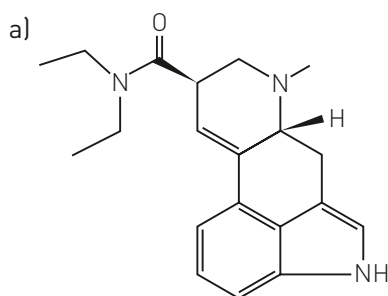


Estrutura 2



- a) Nas estruturas 1 e 2, os grupos funcionais que contêm átomos de oxigênio caracterizam duas funções orgânicas. Relacione cada função com o respectivo composto.
b) A estrutura 1 apresenta isomeria óptica? Qual é o caráter ácido-básico do grupo necina? Justifique suas respostas.

18. (UPE/SSA) O uso de drogas tem gerado sérios problemas de saúde e sociais, em muitos casos resultando na morte dos usuários. Esse é o caso do LSD-25, sigla alemã referente à dietilamida do ácido lisérgico, uma das mais potentes substâncias alucinógenas de que se tem conhecimento. A atividade dessa droga está relacionada a sua estrutura, na qual existem dois carbonos estereogênicos, um grupo funcional amina, dois grupos amida. Essa molécula interfere no mecanismo de ação da serotonina, um neurotransmissor do cérebro, causando os efeitos alucinógenos e outras complicações. Qual das estruturas representadas abaixo corresponde ao LSD-25?

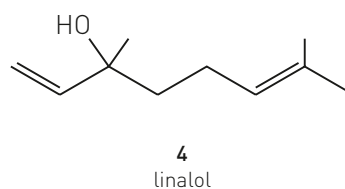
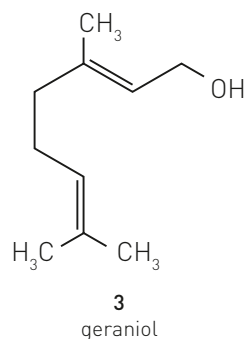
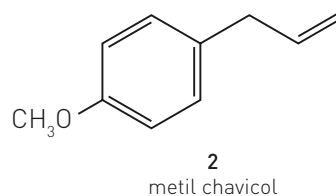
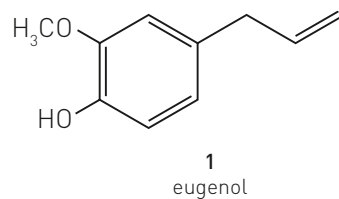


19. (Unicid-SP)

O óleo essencial de manjerição apresenta grande potencial de aplicação como agente antimicrobiano, agente medicinal, como “flavor” em alimentos e fragrância em produtos farmacêuticos.

(Márcio Mazutti et al. *Quim. Nova*, vol. 29, n. 6, 2006. Adaptado.)

As principais substâncias químicas que constituem o óleo essencial de manjerição estão apresentadas a seguir.



[wikipedia.org]

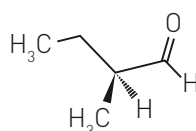
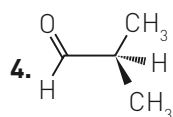
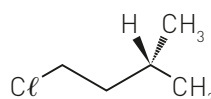
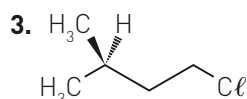
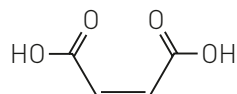
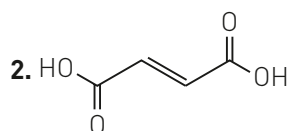
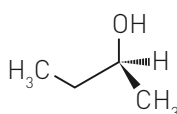
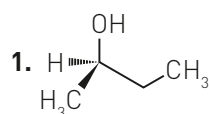
a) Analise as fórmulas estruturais apresentadas e organize-as na tabela abaixo.

Substância	Fórmula molecular	Radicais funcionais	Isomeria geométrica

b) Entre as substâncias relacionadas, escreva a fórmula estrutural daquela que apresenta isomeria óptica. Justifique sua resposta.

20. (UFPR) Isomeria é o nome dado à ocorrência de compostos que possuem a mesma fórmula molecular, mas que apresentam estruturas diferentes entre si. Os isômeros são classificados em constitucionais, que diferem na maneira como os átomos estão conectados (conectividade) em cada isômero, e estereoisômeros, que apresentam a mesma conectividade, mas diferem na maneira como seus átomos estão dispostos no espaço. Os estereoisômeros se dividem ainda em enantiômeros, que têm uma relação de imagem e objeto (que não são sobreponíveis), e diastereoisômeros, que não têm relação imagem e objeto. Com relação à isomeria, numere a coluna 2 de acordo com sua correspondência com a coluna 1.

Coluna 1



Coluna 2

() Enantiômeros.

() Mesmo composto.

() Não são isômeros.

() Diastereoisômeros.

Assinale a alternativa que apresenta a numeração correta da coluna 2, de cima para baixo.

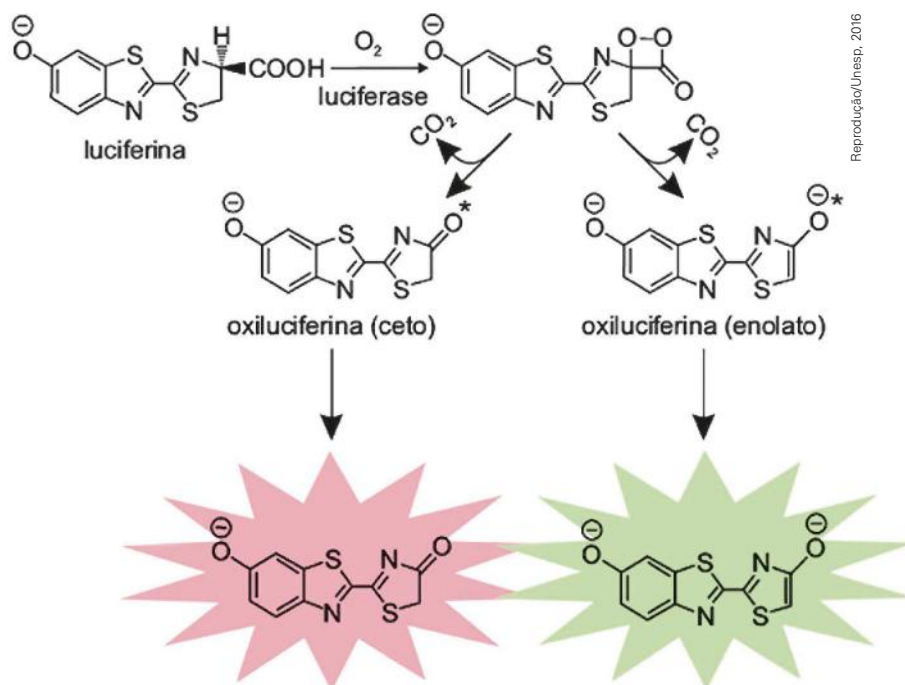
- a) 1 – 2 – 3 – 4.
 x b) 1 – 3 – 4 – 2.
 c) 2 – 3 – 1 – 4.
 d) 2 – 1 – 4 – 3.
 e) 4 – 1 – 3 – 2.

Texto para a próxima questão:

A bioluminescência é o fenômeno de emissão de luz visível por certos organismos vivos, resultante de uma reação química entre uma substância sintetizada pelo próprio organismo (luciferina) e oxigênio molecular, na presença de uma enzima (luciferase). Como resultado dessa reação bioquímica é gerado um produto em um estado eletronicamente excitado (oxiluciferina*). Este produto, por sua vez, desativa-se por meio da emissão de luz visível, formando o produto no estado normal ou fundamental (oxiluciferina). Ao final, a concentração de luciferase permanece constante.



O esquema ilustra o mecanismo geral da reação de bioluminescência de vagalumes, no qual são formados dois produtos diferentes em estados eletronicamente excitados, responsáveis pela emissão de luz na cor verde ou na cor vermelha.



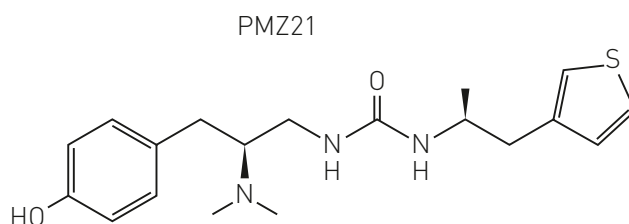
(Etelvino J. H. Bechara e Vadim R. Viviani. *Revista virtual de química*, 2015. Adaptado.)

21.(Vunesp-SP) De acordo com o texto e utilizando a classificação periódica dos elementos, assinale a alternativa que apresenta a massa molar, em $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, e o tipo de isomeria presente na luciferina do vaga-lume.

- a) 274,3 e óptica.
 x b) 279,3 e óptica.
 c) 279,3 e geométrica.
 d) 274,3 e geométrica.
 e) 279,3 e tautomeria.

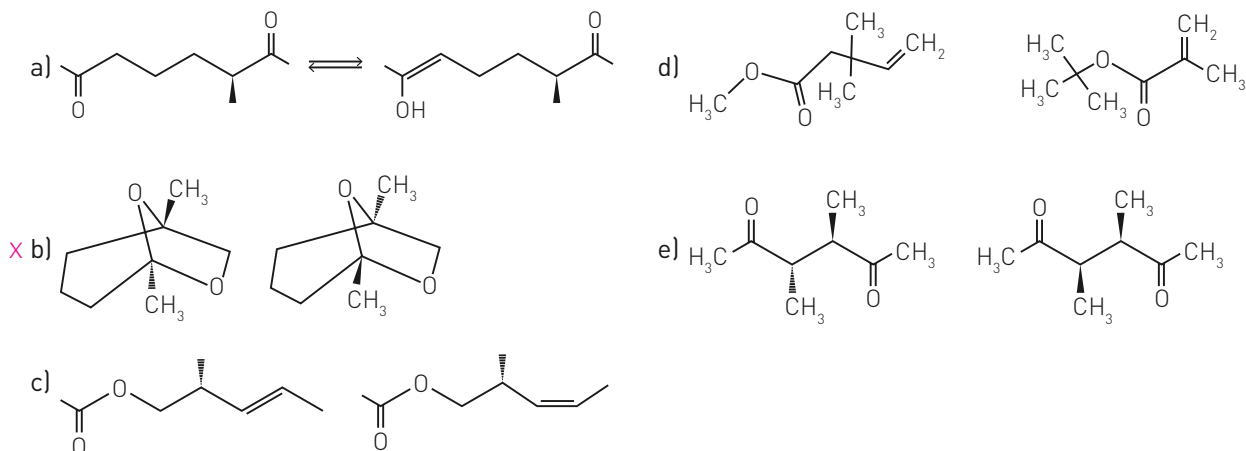
22.(UFRGS-RS) Um trabalho publicado em 2016, na revista *Nature*, mostrou que o composto PMZ21, quando testado em camundongos, apresenta um efeito analgésico tão potente quanto o da morfina, com a vantagem de não causar alguns dos efeitos colaterais observados para a morfina. O número de estereoisômeros possíveis do PMZ21 é

- a) 0.
 b) 1.
 c) 2.
 d) 3.
 x e) 4.



23. (UPE/SSA) Um vídeo sobre a vida dos elefantes mostrava o controle exercido pela quiralidade molecular referente às interações sociais entre esses animais. As imagens retratavam o papel desempenhado por uma mistura opticamente inativa de dois estereoisômeros $C_8H_{14}O_2$ sobre os elefantes. Produzido na glândula frontal da cabeça dos machos, o racemato afasta os elefantes machos jovens e atrai as fêmeas, que se encontram no período fértil.

Qual dos conjuntos a seguir representa essa mistura?



24. (UFRGS-RS) Em um cenário de ficção científica, um cientista chamado Dr. S. Cooper constrói uma máquina de teletransporte, na qual todas as ligações químicas dos compostos presentes na cabine A são quebradas, e os átomos são transportados para a cabine B, na qual as ligações são refeitas. Para o teste de teletransporte, foi escolhido o composto uísque lactona (I), presente no carvalho e um dos responsáveis pelo sabor do uísque.

A figura abaixo mostra um teste hipotético, em que, colocando o composto I na cabine A, após o teletransporte, foi observado o composto II na cabine B.



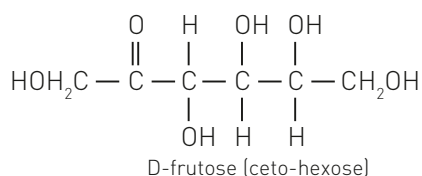
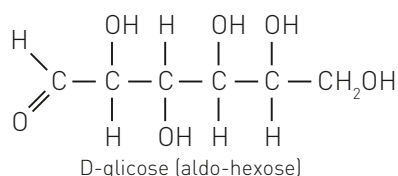
Assinale a alternativa correta sobre esse experimento.

- a) O experimento foi um sucesso, pois o composto II é exatamente a mesma molécula que o composto I.
- b) O experimento foi um sucesso, pois, embora os compostos I e II sejam enantiômeros, eles apresentam propriedades físicas e químicas iguais.
- c) O experimento não foi um sucesso total, pois os compostos I e II têm propriedades diferentes, sendo isômeros de função.
- d) O experimento não foi um sucesso total, pois os compostos I e II têm propriedades diferentes, sendo isômeros geométricos (*trans* e *cis*).
- ☒ e) O experimento não foi um sucesso total, pois os compostos I e II têm propriedades diferentes, sendo isômeros de posição.

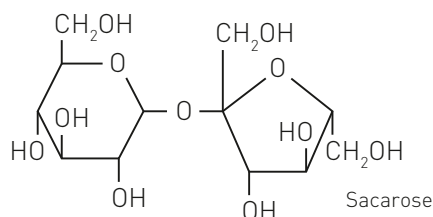
Açúcares e adoçantes

Carboidratos são poli-hidroxiáldeídos ou poli-hidroxiketonas, ou então substâncias que, por hidrólise, produzem esses compostos. Os carboidratos são divididos em três categorias: monossacarídeos, dissacarídeos e polissacarídeos.

Monossacarídeos, ou açúcares simples, podem ser aldoses ou cetoses, dependendo do grupo funcional que apresentam na estrutura. Os monossacarídeos com 6 carbonos, as hexoses, são os mais comuns nos alimentos e em nosso organismo. Os dois monossacarídeos mais comuns em nosso organismo são a glicose e a frutose:



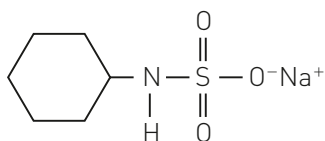
Esses açúcares apresentam sabor doce; porém, quando pensamos em “açúcar”, na verdade pensamos na sacarose, que é um dissacarídeo.



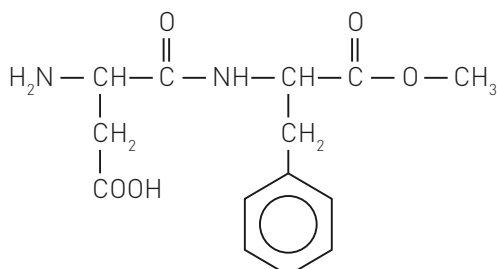
A sacarose é usada como referencial para compararmos a doçura tanto de outros açúcares como de adoçantes artificiais. Nessa comparação, adotaremos para a sacarose o valor 100. A glicose apresenta 74% da doçura da sacarose, e a frutose é 73% mais doce que a sacarose, como mostrado no quadro ao lado.

Vários compostos orgânicos têm sido sintetizados com doçura muito superior à sacarose. Esses adoçantes sintéticos não apresentam praticamente nenhum valor calórico, por isso são usados por pessoas que desejam ou necessitam diminuir a ingestão de açúcares — diabéticos e obesos, por exemplo.

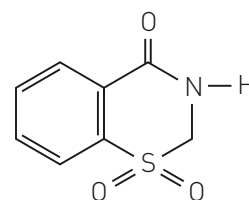
O primeiro adoçante sintético foi a sacarina, descoberta em 1878. O segundo foi o ciclamato de sódio, descoberto em 1937. Um dos adoçantes sintéticos mais usados atualmente é o aspartame, desenvolvido em 1965.



Por volta de 1970, algumas pesquisas mostraram que doses muito grandes de ciclamato produziam câncer em ratos. Embora nunca tenha sido provada sua relação com o câncer ou outras doenças em seres humanos, seu uso foi proibido em alguns países.



Aspartame.



A sacarina atravessa o organismo sem ser metabolizada; portanto, seu valor calórico é igual a zero. Apesar de atribuir sabor doce, após ingerida deixa um sabor residual amargo.



Thinkstock/Getty Images

A frutose, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, é responsável pelo sabor doce das frutas.

Composto	Doçura comparativa
sacarose	100
glicose	74
frutose	173

O aspartame fornece ao organismo 4 cal/g e não deixa sabor desagradável. No organismo, o aspartame sofre hidrólise, produzindo ácido aspártico, fenilalanina e metanol.

A pequena quantidade de metanol liberada não parece ser um problema, mas a produção de fenilalanina é uma preocupação para pessoas que apresentam uma alteração metabólica conhecida como fenilcetonúria. Essas pessoas não têm, em seu organismo, a enzima fenilalanina hidroxilase, que transforma a fenilalanina. Assim, a fenilalanina acumula-se no organismo, provocando danos ao sistema nervoso.

O quadro a seguir mostra o poder edulcorante comparativo desses adoçantes.

Poder edulcorante	
Composto	Doçura comparativa
sacarose	100
sacarina	35 000
ciclamato	3 000
aspartame	15 000

Reflita

Dados: Massas atômicas: H = 1, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, S = 32.

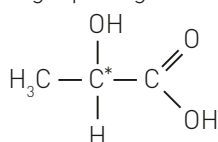
1. Observe as fórmulas planas na página anterior e indique as funções orgânicas presentes na glicose, na frutose e no aspartame.
2. Indique a fórmula molecular da sacarina e do ciclamato de sódio.
3. Classifique em iônico ou molecular os adoçantes: sacarina, ciclamato de sódio e aspartame.
4. Que tipo de interação intermolecular deve existir entre as estruturas apresentadas na página anterior e a água?
5. Se prepararmos uma solução aquosa de glicose e outra de ciclamato de sódio, qual irá conduzir corrente elétrica? Justifique.
6. Considere que cada grupo ácido seja neutralizado por 1 mol de NaOH. Quantos mols de NaOH serão necessários para neutralizar 10 mols de aspartame?
7. Equacione a combustão completa de 1 mol de glicose.
8. Equacione a reação de fotossíntese e compare com a equação anterior.
9. Se forem necessárias 3 colheres de sacarose para adoçar um copo de suco de laranja (1 colher = 15 g de sacarose), quantos gramas de cada adoçante seriam necessários para obter a mesma sensação de doce?
10. Determine o calor liberado na combustão completa de 18 g de glicose.
 $(\Delta H \text{ de combustão da glicose} = 2,8 \cdot 10^6 \text{ J/mol})$
11. Que tipo de isomeria plana existe entre a glicose e a frutose?
12. Indique o número de carbonos assimétricos que há em cada molécula de glicose, frutose e aspartame.
13. Um dos produtos da metabolização do aspartame é um álcool. Dê a fórmula estrutural desse álcool e indique a sequência de reações que permitem obtê-lo a partir de carvão e água.

Uma nova nomenclatura para isômeros ópticos

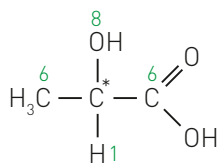
A representação das fórmulas estruturais dos isômeros *d* e *ℓ* é imprópria, pois só podemos saber se uma estrutura corresponde ao isômero *d* ou *ℓ* utilizando um polarímetro.

Para superar essa inadequação, Cahn, Ingold e Prelog propuseram uma nova nomenclatura. Nela, os isômeros são representados por dois símbolos, *R* (do latim *rectus* = direita) e *S* (do latim *sinister* = esquerda). Essas notações são precisas, não dando margem a dúvidas na representação das fórmulas estruturais de cada isômero, e estão baseadas na chamada **escala de prioridade** dos grupos ligantes.

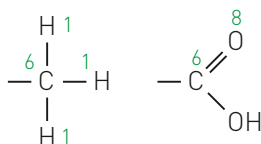
Como exemplo do emprego dessa nova notação, considere-se o ácido láctico, cuja fórmula estrutural é dada ao lado.



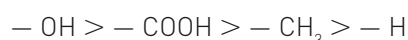
Para determinar a ordem decrescente de prioridade dos grupos ligantes, em função dos números atômicos ($\text{C} = 6$, $\text{H} = 1$, $\text{O} = 8$), deve-se, inicialmente, considerar o número atômico do átomo de cada grupo ligado diretamente ao C^* : quanto maior seu número atômico, maior sua prioridade. Se dois átomos ligados ao C^* apresentarem o mesmo número atômico, terá maior prioridade aquele que apresentar ligantes com maior número atômico.



Verifica-se que, tanto no grupo $-\text{CH}_3$ como no grupo $-\text{COOH}$, os átomos ligados diretamente ao C^* apresentam o mesmo número atômico. Assim, devem-se analisar os números dos ligantes desses átomos:



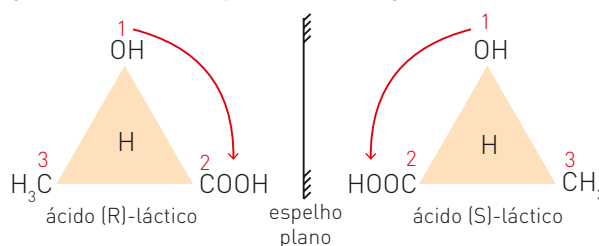
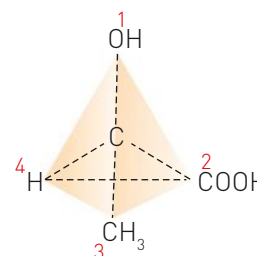
Pode-se notar que no grupo $-\text{COOH}$ os átomos ligados ao carbono apresentam maiores números atômicos. Portanto, esse grupo terá maior prioridade do que o grupo $-\text{CH}_3$. Assim, a ordem decrescente de prioridade dos grupos ligados ao C^* do ácido láctico será:



Representação das fórmulas estruturais dos isômeros

O C^* está no centro de um tetraedro regular, cujos vértices são ocupados pelos quatro grupos ligantes.

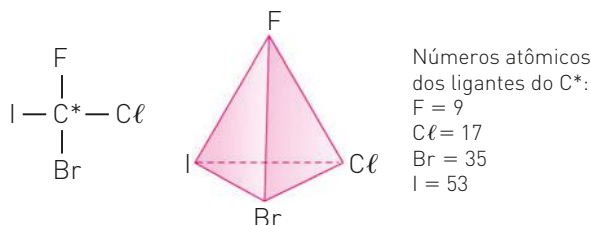
De acordo com essa nova notação, deve ser representada a face do tetraedro que apresenta os três grupos com maiores prioridades. O grupo de menor prioridade, no caso o $-\text{H}$, é visto através do triângulo determinado pelos outros ligantes:



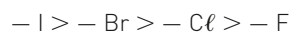
É designada pela letra *R* a estrutura que apresenta a ordem decrescente de prioridade no sentido horário, sendo a outra estrutura designada *S*.

A vantagem dessa nova notação é que ela permite representar as fórmulas estruturais dos isômeros sem ser preciso preocupar-se com o sentido do desvio do plano da luz polarizada.

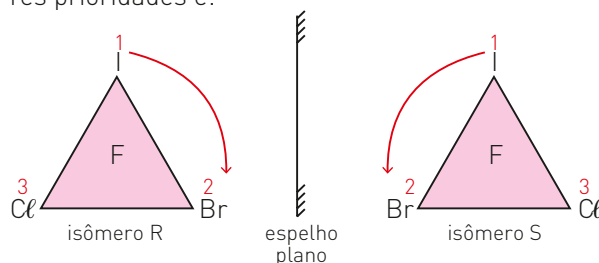
Veja outro exemplo:



Ordem decrescente de prioridade



Assim, a representação indicando a face do tetraedro que contém os 3 grupos ligantes com maiores prioridades é:



Reações orgânicas de hidrocarbonetos

Os medicamentos são produtos consumidos em grandes quantidades no mundo. Os princípios ativos desses medicamentos podem ser de origem natural, extraídos geralmente de plantas, ou sintéticos.

Os sintéticos são produzidos pelas indústrias farmacêuticas, por meio de reações químicas controladas e específicas, uma vez que qualquer erro na produção pode levar a consequências fatais.

Na sua casa existem medicamentos naturais? E sintéticos? Você sabe como é fabricado algum medicamento que já tomou? Quando o medicamento fica fora do prazo de validade, como deve ser feito o descarte?



Adult/Shutterstock

NESTA UNIDADE VAMOS ESTUDAR:

- Tipos de reações orgânicas.
- Reações de substituição em hidrocarbonetos.
- Reações de adição em hidrocarbonetos.
- Reações de oxidação de hidrocarbonetos.

Tipos de reações orgânicas

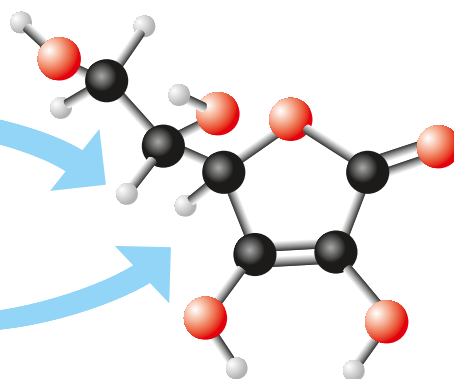
Antes do desenvolvimento da indústria química, no fim do século XIX e início do século XX, somente substâncias obtidas de fontes naturais estavam disponíveis para várias finalidades, tais como: tratamento de doenças, tingimento de tecidos, fabricação de produtos de limpeza e perfumes. O ópio, por exemplo, foi muito usado, desde o século XVII, para diminuir a dor.

Esses produtos obtidos de fontes naturais eram utilizados sem o conhecimento de sua estrutura. Com o desenvolvimento da Química Orgânica, foi possível determinar as estruturas desses compostos.

As propriedades medicinais das frutas cítricas eram conhecidas desde o século XVI, porém a estrutura da vitamina C e seu princípio ativo só foram determinados em 1933.



// Produzida em laboratório ou obtida de fontes naturais, a vitamina C é a mesma.



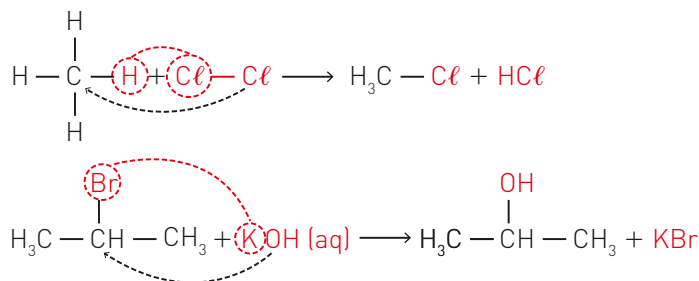
Uma vez conhecida a estrutura, os químicos tentam produzir o composto por meio de reações químicas. Em muitos casos, atualmente, é mais barato e mais fácil sintetizar uma substância do que extraí-la de uma fonte natural.

Nesta unidade, estudaremos algumas reações orgânicas que nos permitirão, teoricamente, obter produtos orgânicos que fazem parte da nossa vida, desde os mais simples até os mais complexos.

As reações orgânicas podem ser classificadas de várias maneiras. Alguns dos tipos mais comuns são: substituição, adição e eliminação.

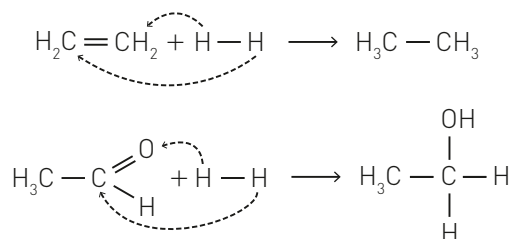
Substituição

Nesse tipo de reação, um átomo ou grupo de átomos é substituído por um grupo ou átomo do outro reagente. Veja alguns exemplos:



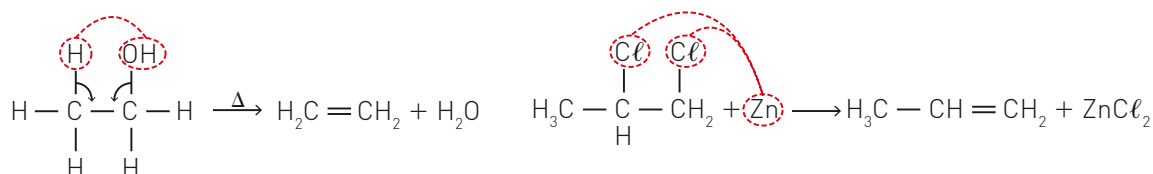
Adição

Esse tipo de reação é característico de compostos que possuem ligações duplas ou triplas. Nas reações de adição ocorre a união de duas ou mais moléculas e a formação de um único produto. Veja alguns exemplos:



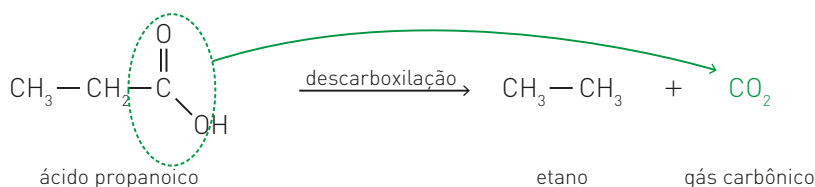
Eliminação

Nesse tipo de reação, ocorre uma diminuição na quantidade de átomos na molécula do reagente orgânico, formando dois produtos: um orgânico e um inorgânico. Veja alguns exemplos:



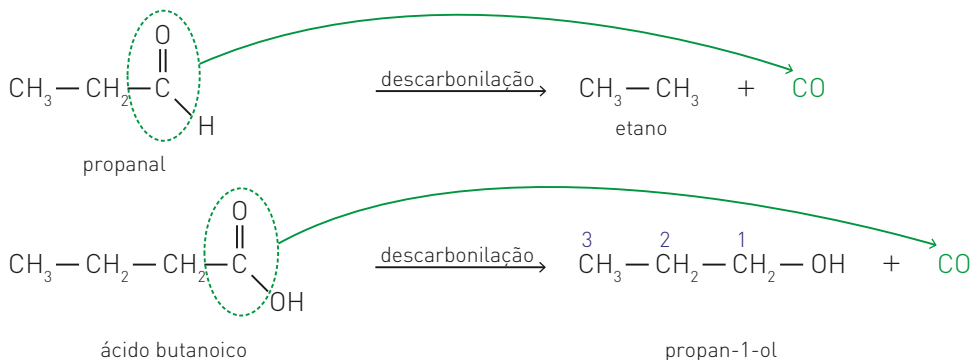
Descarboxilação

Nesse tipo de reação, ocorre a saída de uma carboxila ($-\text{COOH}$) na forma de dióxido de carbono (CO_2) do composto. Veja o seguinte exemplo:



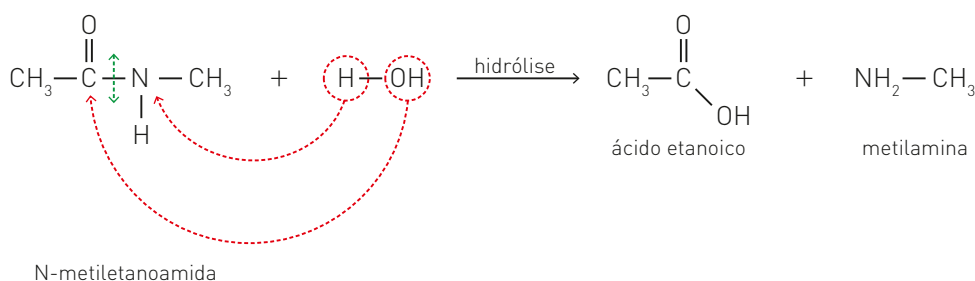
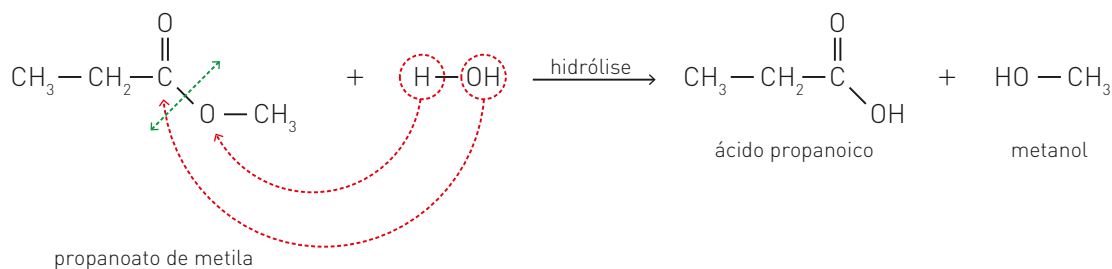
Descarbonilação

Nesse tipo de reação, ocorre a saída de uma carbonila ($\text{C}=\text{O}$) na forma de monóxido de carbono (CO) do composto. Veja os seguintes exemplos:



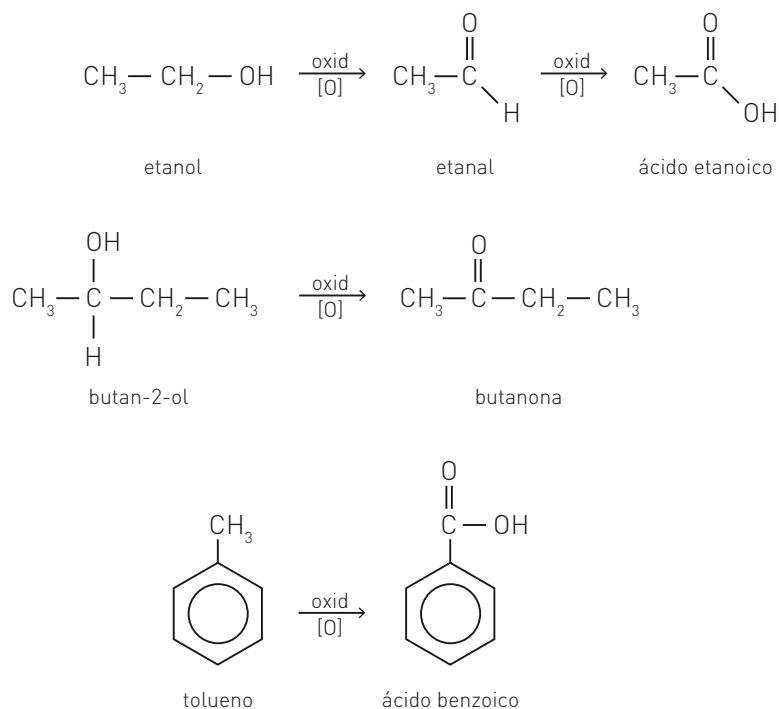
Hidrólise

Nesse tipo de reação, ocorre a quebra de moléculas pela reação com água (H_2O). Veja os seguintes exemplos:



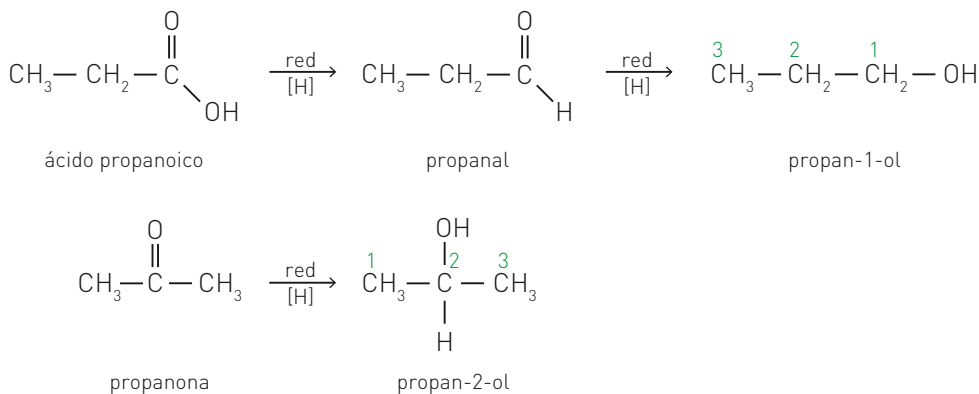
Oxidação

Nesse tipo de reação, de modo geral, ocorre o aumento do número de átomos de oxigênio no composto ou, ainda, o aumento do número de ligações com átomos de oxigênio. O permanganato de potássio (KMnO_4) e o dicromato de potássio são exemplos de alguns agentes oxidantes fortes ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) que atuam como fontes de átomos de oxigênio [O] na reação. Veja alguns exemplos:

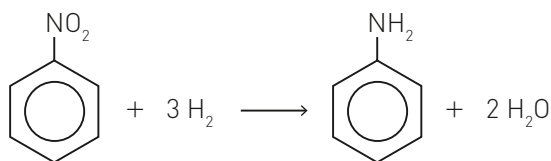


Redução

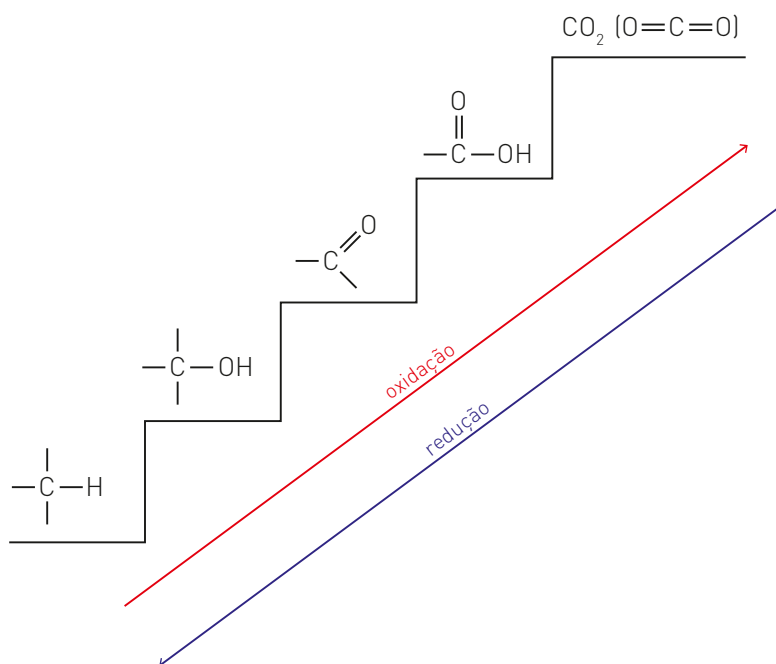
Nesse tipo de reação, de modo geral, ocorre o aumento do número de átomos de hidrogênio no composto ou, ainda, a diminuição do número de ligações com átomos de oxigênio. Alguns agentes redutores fortes são o hidreto de alumínio e lítio (LiAlH_4) e o boro-hidreto de sódio (NaBH_4), que atuam como fontes de átomos de hidrogênio $[\text{H}]$ na reação. Veja alguns exemplos:



A redução de um composto também pode ocorrer pela reação com gás hidrogênio (H_2). Observe o exemplo abaixo:



De modo geral, para os átomos de carbono, podemos utilizar o seguinte diagrama para auxiliar na verificação da ocorrência de oxidação ou redução, no caso da presença do oxigênio:

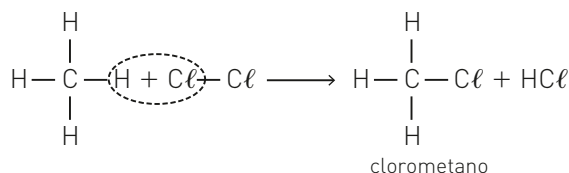


Fundamentando seus conhecimentos

A finalidade desses exercícios é interpretar uma reação química a partir de um modelo. Faça-os sem a preocupação de memorizar as reações e/ou os mecanismos envolvidos.

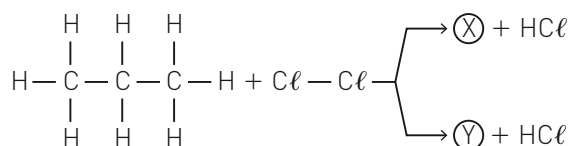
Substituição

1. Observe a reação de 1 mol de metano com 1 mol de cloro.

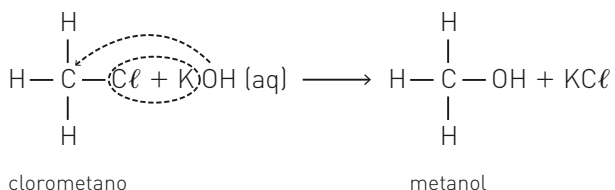


Se reagirmos 1 mol de propano com 1 mol de cloro, podemos prever a obtenção de dois compostos orgânicos diferentes.

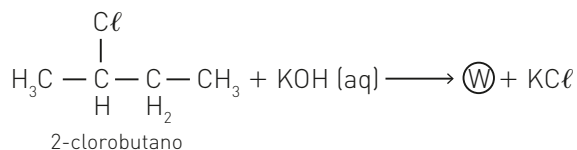
Complete a equação, indicando o nome dos compostos X e Y.



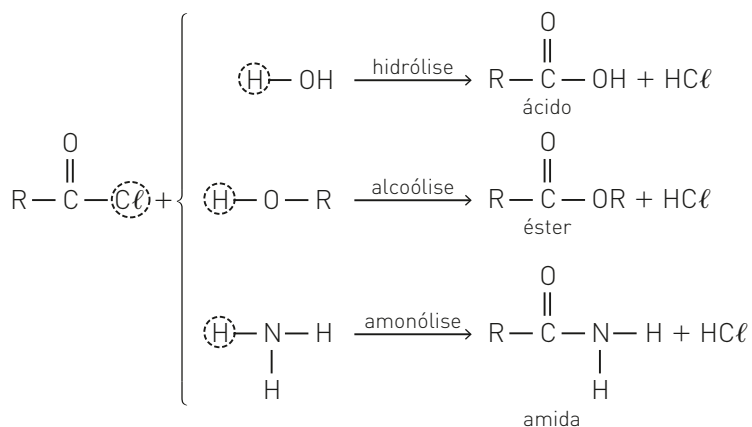
2. Observe a reação entre o clorometano e o KOH (aq).



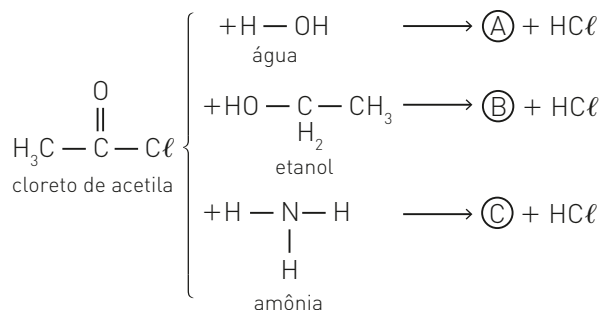
Com base no modelo dado, complete a reação a seguir, indicando o nome do produto orgânico obtido (W).



3. Observe o modelo de reação de substituição abaixo.

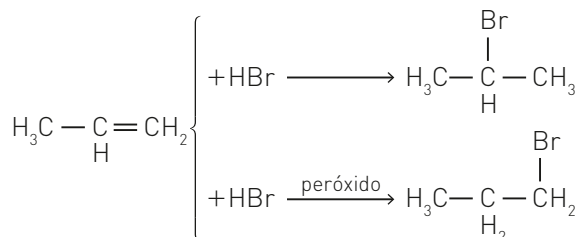


Com base no modelo, complete as reações abaixo.

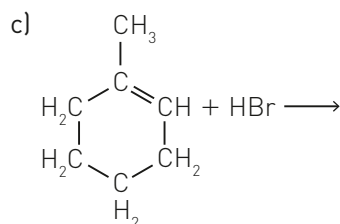
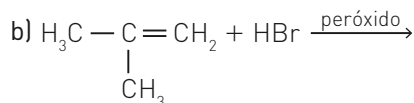
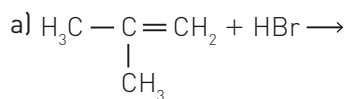


Adição

4. Com base no modelo de reação de adição:

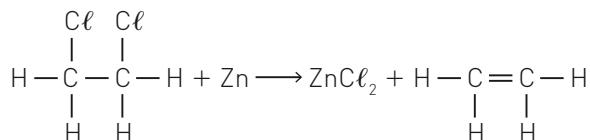


copie as reações a seguir, completando-as.

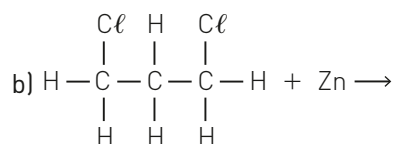
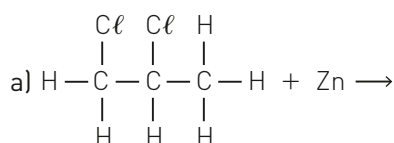


Eliminação

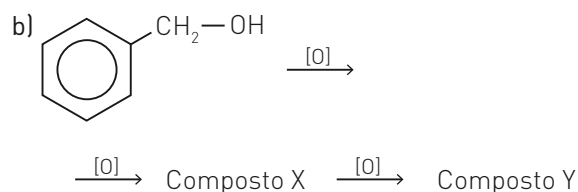
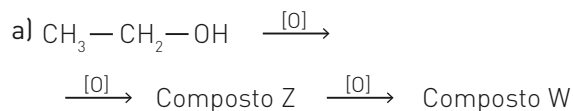
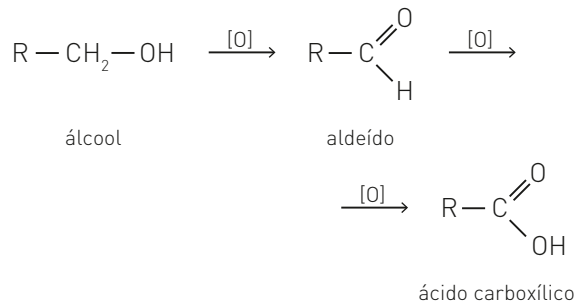
5. Dado o modelo de reação de eliminação:



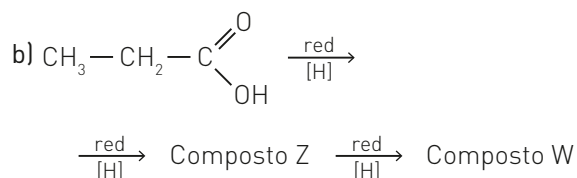
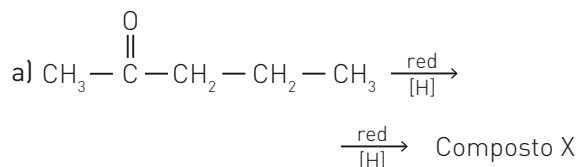
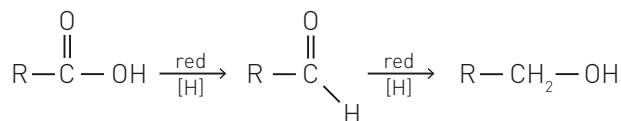
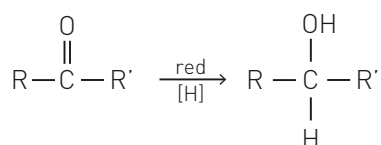
copie as reações a seguir, completando-as e indicando o nome dos respectivos produtos orgânicos.



6. A partir do modelo de oxidação abaixo, faça as reações com os reagentes indicados, apresentando o nome dos produtos formados:

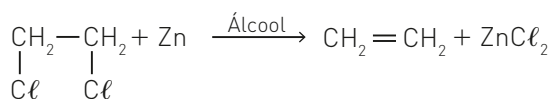


7. A partir dos modelos de redução abaixo, faça as reações com os reagentes indicados, apresentando o nome dos produtos formados:



Desenvolvendo seus conhecimentos

1. (Imed-RS) Analise a Reação Orgânica abaixo:



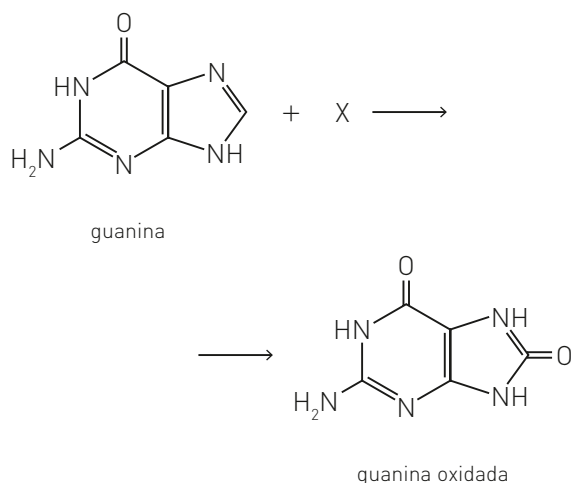
Essa reação é uma reação de:

- a) Adição. d) Substituição.
b) Ozonólise. e) Desidratação.
x c) Eliminação.

Texto para a próxima questão:

As bases nitrogenadas, quando oxidadas, podem causar emparelhamento errôneo durante a replicação do DNA. Por exemplo, uma guanina oxidada (G*) pode passar a se emparelhar, durante a divisão celular, com timina (T) e não com citosina (C). Esse erro gera células mutadas, com uma adenina (A) onde deveria haver uma guanina (G) normal.

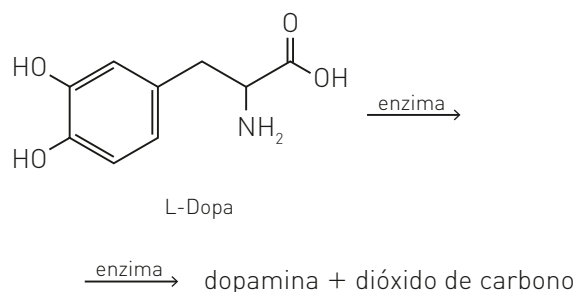
Considere a adição de um átomo X na oxidação da guanina, conforme esquematizado na equação química:



2. (Uerj) Nessa equação, o átomo correspondente a X é simbolizado por:

- a) C.
b) H.
c) N.
x d) O.

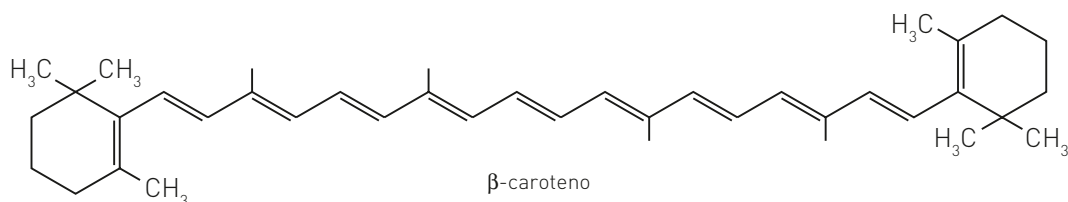
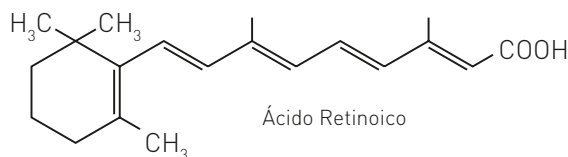
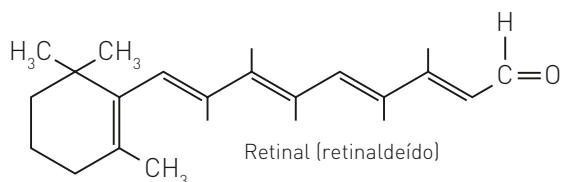
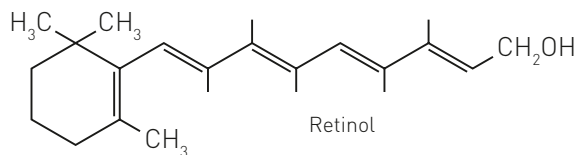
3. (Fuvest-SP) A dopamina é um neurotransmissor importante em processos cerebrais. Uma das etapas de sua produção no organismo humano é a descarboxilação enzimática da L-Dopa, como esquematizado:



Sendo assim, a fórmula estrutural da dopamina é:

- a)
- b)
- c)
- d)
- x e)

4. (PUC-SP) O β -caroteno é um corante antioxidante presente em diversos vegetais amarelos ou laranja, como a cenoura, por exemplo. Em nosso organismo, o β -caroteno é um importante precursor do retinal e do retinol (vitamina A), substâncias envolvidas no metabolismo da visão.



Sobre as reações envolvidas no metabolismo do retinol foram feitas as seguintes afirmações:

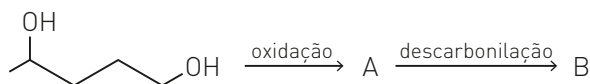
- I. β -caroteno retinal e retinol são classificados, respectivamente, como hidrocarboneto, aldeído e álcool.
- II. O retinol sofre oxidação ao ser transformado em retinal.
- III. Retinal é um isômero de função do retinol.
- IV. O retinal é reduzido ao se transformar em ácido retinoico.

Estão corretas apenas as afirmações:

- ☒ a) I e II. b) II e III. c) I e IV. d) II e IV.

Desafiando seus conhecimentos

1. (Fuvest-SP) O 1,4-pentanodiol pode sofrer reação de oxidação em condições controladas, com formação de um aldeído A, mantendo o número de átomos de carbono da cadeia. O composto A formado pode, em certas condições, sofrer reação de descarbonilação, isto é, cada uma de suas moléculas perde CO, formando o composto B. O esquema a seguir representa essa sequência de reações:



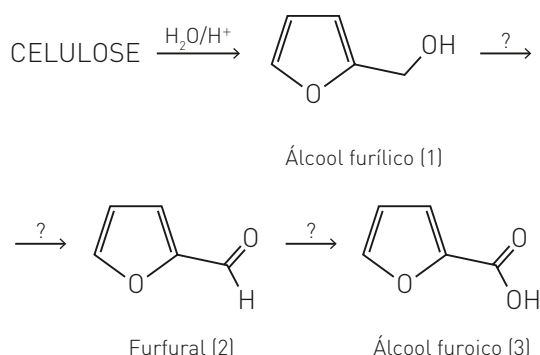
	A	B
a)		

	A	B
b)		
c)		
☒ d)		
e)		

2. (UFSM-RS) As lavouras brasileiras são sinônimo de alimentos que vão parar nas mesas das famílias brasileiras e do exterior. Cada vez mais, no entanto, com o avanço da tecnologia química, a produção agropecuária tem sido vista também como fonte de biomassa que pode substituir o petróleo como matéria-prima para diversos produtos, tais como etanol, biogás, biodiesel, bioquerosene, substâncias aromáticas, biopesticidas, polímeros e adesivos.

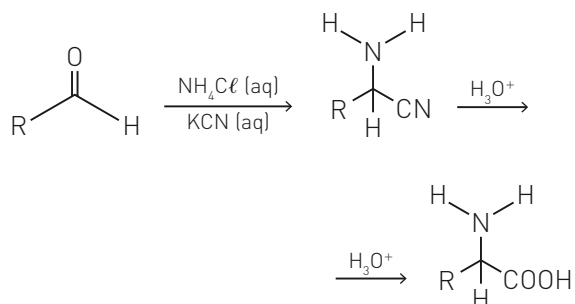
Por exemplo, a hidrólise ácida da celulose de plantas e materiais residuais resulta na produção de hidroximetilfurfural e furfural. Esses produtos são utilizados na geração de outros insumos, também de alto valor agregado, usados na indústria química.

O esquema de reações mostra a transformação da celulose no álcool furílico e a conversão deste em outros derivados.

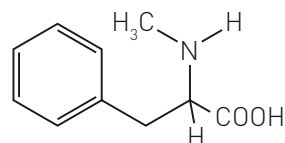


Observando o esquema de reações, é correto afirmar que a transformação de 1 em 2 e a de 2 em 3 envolvem, respectivamente, reações de

- a) hidrólise e oxidação.
 - b) redução e oxidação.
 - ☒ c) oxidação e oxidação.
 - d) redução e hidrólise.
 - e) redução e redução.
3. (Fuvest-SP) Um aldeído pode ser transformado em um aminoácido pela sequência de reações:



O aminoácido N-metil-fenilalanina pode ser obtido pela mesma sequência reacional, empregando-se, em lugar do cloreto de amônio (NH_4Cl), o reagente CH_3NH_3Cl .

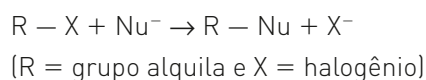


N-metil-fenilalanina

Nessa transformação, o aldeído que deve ser empregado é

- ☒ a) O=Cc1ccccc1
- b) O=Cc1ccc(C)cc1
- c) OC(C)c1ccccc1
- d) O=Cc1ccccc1
- e) O=C(Cc1ccccc1)C

4. (Enem) Nucleófilos (Nu^-) são bases de Lewis que reagem com haletos de alquila, por meio de uma reação chamada substituição nucleofílica (S_N), como mostrado no esquema:



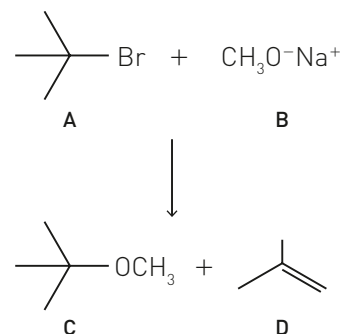
A reação de S_N entre metóxido de sódio ($Nu^- = CH_3O^-$) e brometo de metila fornece um composto orgânico pertencente à função

- ☒ a) éter.
- b) éster.
- c) álcool.
- d) haleto.
- e) hidrocarboneto.

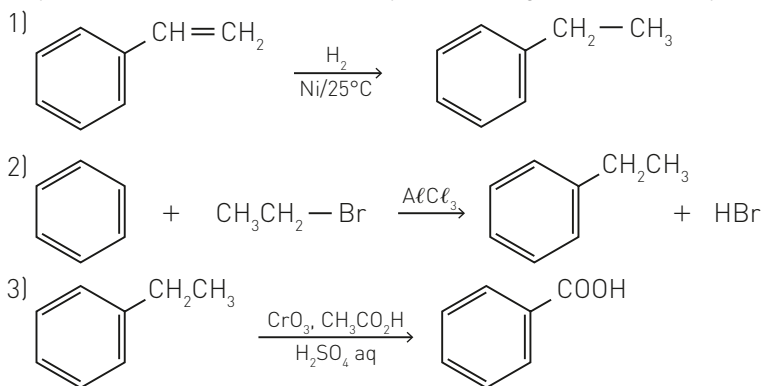
5. (UFRGS-RS) A reação do 2-bromo-2-metilpropano (A) com o etóxido de sódio (B), usando etanol como solvente, leva a uma mistura de produtos C e D, apresentada ao lado. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Em relação aos produtos, é correto afirmar que C é formado por uma reação de _____; e D, por uma reação de _____.

- a) substituição – desidratação
 ✗ b) substituição – eliminação
 c) oxidação – desidrogenação
 d) adição – eliminação
 e) adição – desidratação



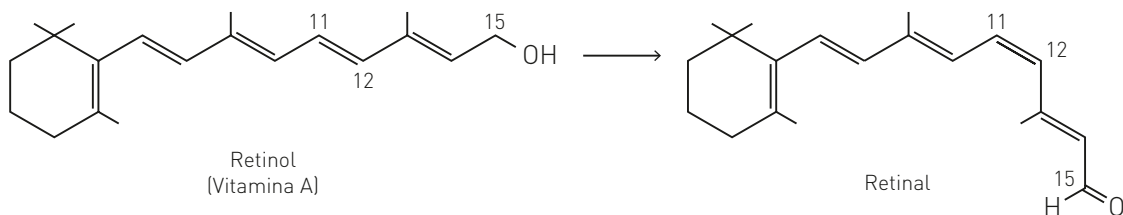
6. (Uepa) Analise as reações e seus produtos orgânicos abaixo, para responder à questão.



Quanto à classificação das reações acima, é correto afirmar que as mesmas são, respectivamente:

- a) reação de substituição, reação de adição e reação de oxidação.
 ✗ b) reação de hidrogenação, reação de alquilação e reação de oxidação.
 c) reação de substituição, reação de eliminação e reação de oxidação.
 d) reação de hidrogenação, reação de alquilação e reação de combustão.
 e) reação de hidrogenação, reação de alquilação e reação de eliminação.

7. (UFPR) A retina do olho humano contém dois tipos de células especializadas: os cones e os bastonetes. Nos bastonetes acontece uma transformação química fundamental para a química da visão. Trata-se da conversão do retinol (Vitamina A) em retinal que, na sequência, sofrerá outras transformações.



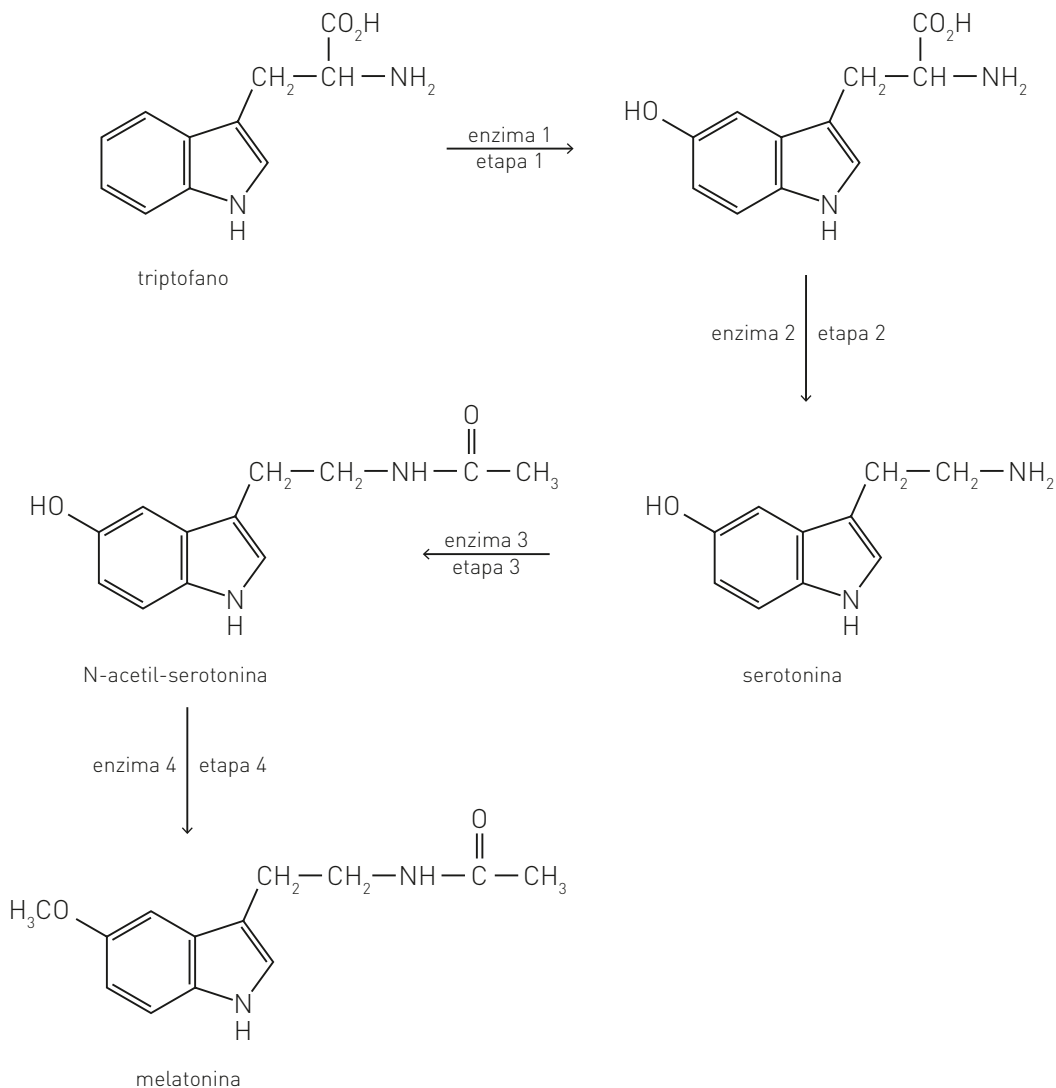
Sobre o tema, considere as seguintes afirmativas:

- I. O grupo funcional álcool no retinol é convertido a aldeído no retinal.
 II. A ligação dupla entre os carbonos 11 e 12 sofre uma reação de isomerização.
 III. A molécula do retinal apresenta um grau de oxidação superior ao do retinol.
 IV. A molécula do retinol apresenta um centro quiral no carbono 15.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente a afirmativa I é verdadeira.
 b) Somente a afirmativa III é verdadeira.
 ✗ c) Somente as afirmativas I, II e III são verdadeiras.
 d) Somente as afirmativas I e IV são verdadeiras.
 e) Somente as afirmativas II, III e IV são verdadeiras.

8. [Fuvest-SP] O hormônio melatonina é responsável pela sensação de sonolência. Em nosso organismo, a concentração de melatonina começa a aumentar ao anoitecer, atinge o máximo no meio da noite e decresce com a luz do dia. A melatonina é sintetizada a partir do aminoácido triptofano, em quatro etapas catalisadas por diferentes enzimas, sendo que a enzima 3 é degradada em presença de luz.



Considere as seguintes afirmações a respeito desse processo:

- Na etapa 2, há perda de dióxido de carbono e, na etapa 3, a serotonina é transformada em uma amida.
- A manipulação de objetos que emitem luz, como celulares e tablets, pode interromper ou tornar muito lento o processo de transformação da serotonina em N-acetil-serotonina.
- O aumento da concentração de triptofano na corrente sanguínea pode fazer com que a pessoa adormeça mais lentamente ao anoitecer.

É correto o que se afirma em:

- ☒ a) I e II, apenas.
 b) I e III, apenas.
 c) II e III, apenas.
 d) III, apenas.
 e) I, II e III.

Química Verde

No início da década de 1990, uma nova maneira de lidar com a questão dos resíduos químicos começou a ser desenvolvida. Essa nova abordagem considera fundamental evitar ou minimizar a produção de resíduos em relação ao seu simples tratamento no final do processo, além de promover o uso sustentável de matéria-prima e energia. Esse novo direcionamento na forma de encarar a atividade química é chamado de Química Verde.

A Química Verde pode ser definida como o desenvolvimento e a implementação de processos químicos com o intuito de reduzir ou eliminar a geração de substâncias nocivas à saúde humana e ao meio ambiente.

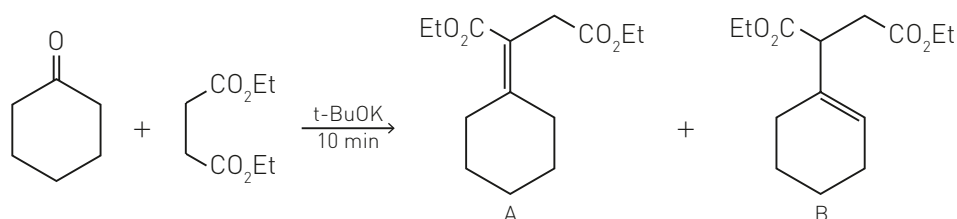
Para implementação da Química Verde, alguns princípios devem ser perseguidos:

- Evitar a produção de resíduos em relação ao seu tratamento após sua formação.
- Utilizar e formar substâncias menos tóxicas ao ser humano e ao meio ambiente.
- Desenvolver métodos que criem produtos de alta eficiência no que diz respeito a seu efeito desejável e que não sejam tóxicos ao ser humano.
- Evitar o uso de substâncias auxiliares (solventes, agentes de separação ou substâncias secantes) no processo, mas, caso não seja possível, utilizar substâncias menos nocivas.
- Buscar a eficiência energética. A energia empregada pelos processos químicos deve ser escolhida de forma a minimizar impactos ambientais e econômicos. Isso pode ser atingido dando preferência a processos que ocorram em condições de temperatura e pressão próximas à ambiente.
- Utilizar fontes renováveis de matérias-primas.
- Dar preferência a processos que utilizem catalisadores.
- Produzir substâncias que, ao final de sua função, degradem-se em substâncias inócuas e não acumulativas no meio ambiente.
- Desenvolver métodos analíticos que permitam o monitoramento e o controle em tempo real da formação de substâncias nocivas ao longo de todo processo.
- Escolher um método que minimize possíveis acidentes químicos, incluindo vazamentos e explosões.



Exercícios

1. Observe a síntese abaixo e o quadro que apresenta três condições possíveis para esta reação.

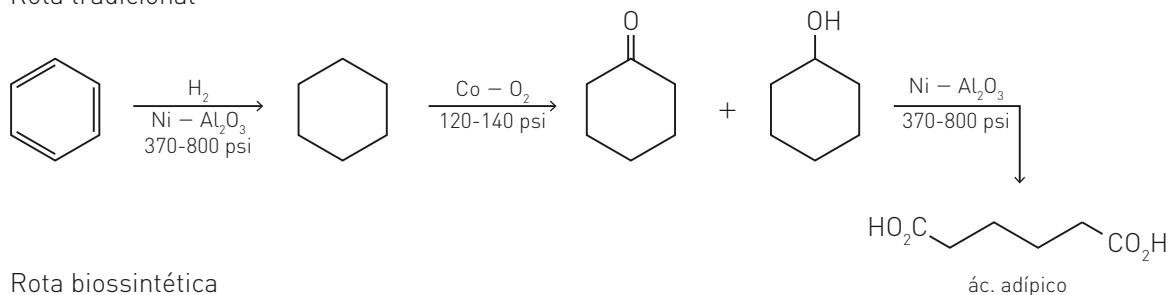


	Solvente	Temperatura (°C)
I	Álcool t-butílico	25 °C
II	–	25 °C
III	–	80 °C

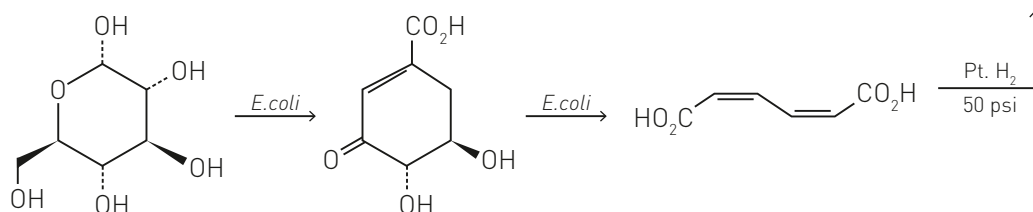
Com base nos princípios apresentados, escolha a condição mais apropriada para a síntese dos compostos A e B. Justifique sua escolha.

2. Observe as duas rotas de síntese do ácido adípico, substância utilizada na produção do náilon.

Rota tradicional



Rota biossintética

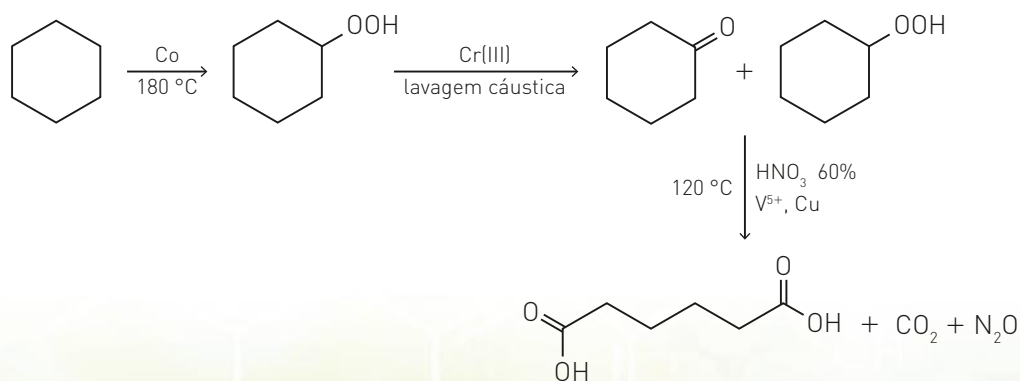


Fonte: LENARDÃO, E. J. et al. "Green chemistry" – Os 12 princípios da Química Verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. *Química Nova*, nº 1, 2013.

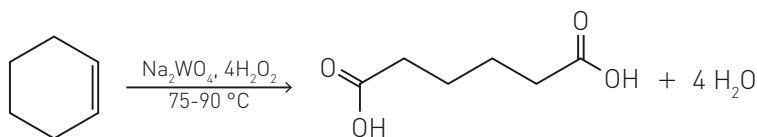
Na rota tradicional utiliza-se o benzeno como reagente inicial, enquanto na rota sintética utiliza-se a glicose. Entre as duas rotas, escolha aquela que está mais alinhada com os princípios da Química Verde. Justifique sua resposta.

3. (Enem) A química verde permite o desenvolvimento tecnológico com danos reduzidos ao meio ambiente, e encontrar rotas limpas tem sido um grande desafio. Considere duas rotas diferentes utilizadas para a obtenção de ácido adípico, um insumo muito importante para a indústria têxtil e de plastificantes.

Rota tradicional (marrom)



Rota verde

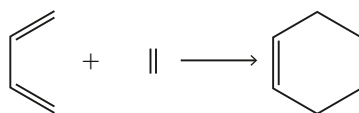


Fonte: LENARDÃO, E. J. et al. "Green chemistry" – Os doze princípios da Química Verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. *Química Nova*, nº 1, 2013 (adaptado).

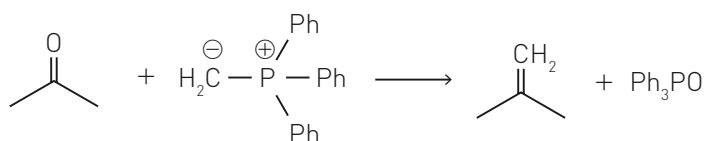
Que fator contribui positivamente para que a segunda rota de síntese seja verde em comparação à primeira?

- x a)** Etapa única na síntese.
b) Obtenção do produto puro.
c) Ausência de reagentes oxidantes.
d) Ausência de elementos metálicos no processo.
e) Gasto de energia nulo na separação do produto.
- 4.** Um princípio inovador no paradigma da Química Verde é a *economia* atômica ou *eficiência* atômica, que consiste em desenvolver métodos que maximizem a incorporação de toda a massa dos reagentes no produto. O cálculo da economia atômica pode ser feito dividindo a massa molecular do produto desejável pela soma das massas dos reagentes envolvidos na sua formação levando-se em conta a estequiometria da reação. Observe os dois exemplos a seguir:

Reação de Diels-Alder



Reação de Wittig



Fonte: SILVA, S. M. et al. Desenvolvimento sustentável e Química Verde. *Química Nova*, v. 8, nº 1, 2005 (adaptado).

Efetuando o cálculo da economia atômica em cada caso, aponte a síntese que está mais alinhada com este princípio da Química Verde.

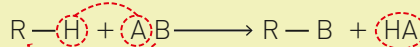
Dado: Ph = C₆H₅

Massas atômicas (u): C = 12, H = 1, O = 16 e P = 31.

MACHADO, A. A. S. C. Da gênese ao ensino da Química Verde. *Química Nova*, v. 34, nº 3, 535-543, 2011.
 LENARDÃO, E. J. et al. "Green chemistry" – Os 12 princípios da Química Verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. *Química Nova*, v. 26, nº 1, 123-129, 2003.
 SILVA, F. M. da et al. Desenvolvimento sustentável e Química Verde. *Química Nova*, v. 28, nº 1, 103-110, 2005.

Reações de substituição

Nas reações de substituição ocorre a substituição de pelo menos um átomo de hidrogênio da molécula de um hidrocarboneto por outro átomo ou grupo de átomos. Essas reações podem ser representadas genericamente da seguinte maneira:



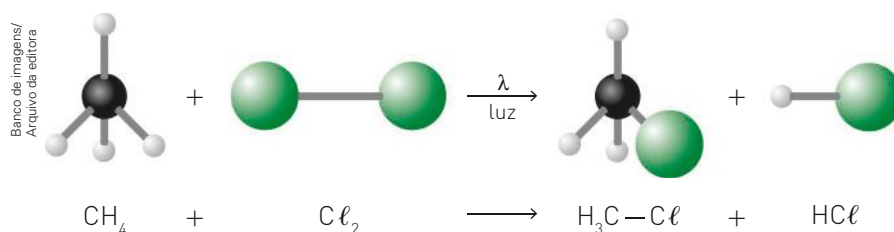
A notação $\text{R}-\text{H}$ representa um hidrocarboneto que pode pertencer a uma das seguintes classes: alcanos, aromáticos e ciclanos com cinco ou mais carbonos.

As principais reações de substituição são: halogenação, nitração, sulfonação, alquilação e acilação.

Halogenação

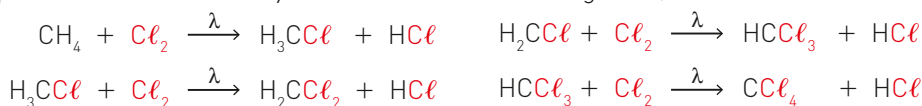
Essa reação ocorre com as substâncias simples dos halogênios, ou seja, família 7A: F_2 , Cl_2 , Br_2 e I_2 , sendo as mais comuns a cloração (Cl_2) e a bromação (Br_2), pois as reações com F_2 , por sua grande reatividade, são explosivas, enquanto as reações com I_2 são extremamente lentas.

Monocloração do metano



Os compostos chamados genericamente de CFC (clorofluorcarbono), utilizados como propelentes de aerossóis e como líquidos refrigerantes em aparelhos de ar-condicionado e refrigeradores, como o representado na fotografia, são produzidos por meio de reações de substituição.

Assim como é possível fazer uma monossustituição no metano, também se pode efetuar a substituição de todos os seus hidrogênios, da mesma maneira.



A substituição de 1 átomo de H, tanto no metano como no etano, por 1 átomo de Cl produzirá sempre um mesmo composto. Quando a mono-halogenação ocorre com os outros alcanos, o átomo de halogênio pode substituir qualquer um dos átomos de hidrogênio, produzindo uma mistura de compostos isômeros.

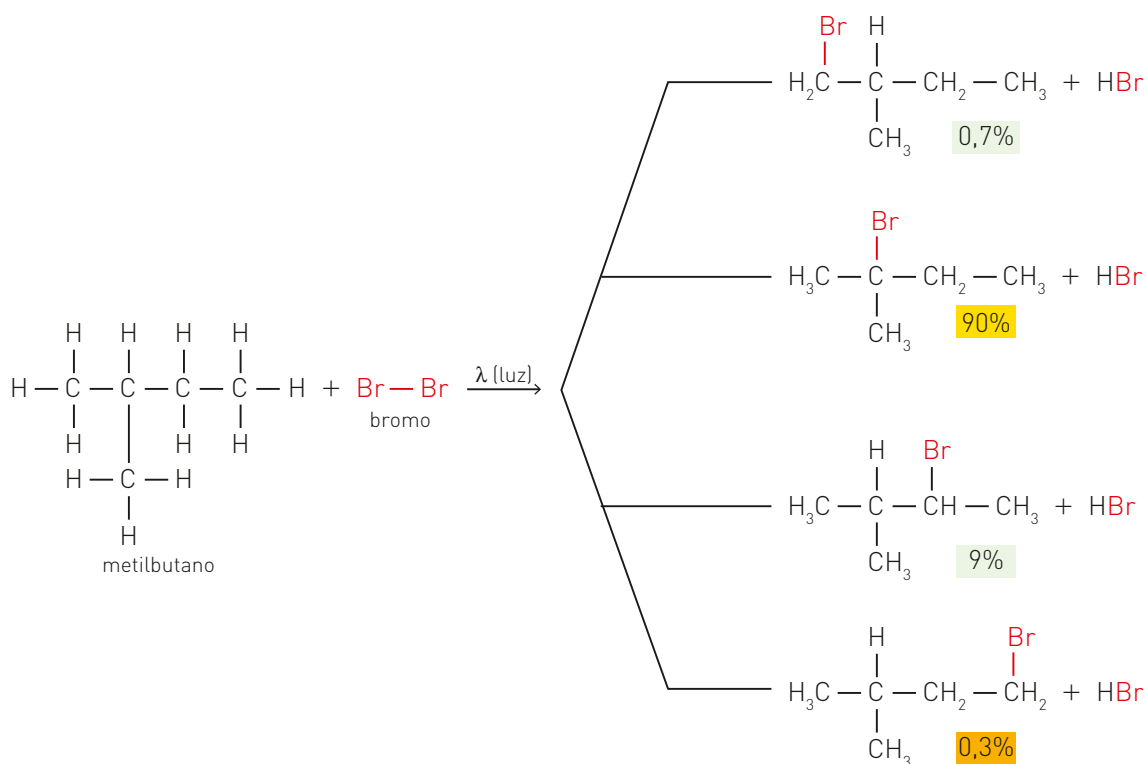
Os dois CFC mais comuns são:

CCl_3F , triclorofluormetano, e CCl_2F_2 , diclorodifluormetano.

Os CFC liberados na atmosfera atacam a camada de ozônio que protege a Terra. Por esse motivo, atualmente estão sendo substituídos por substâncias que não causam esse efeito, como o butano.

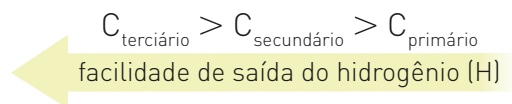
Veja um exemplo.

Monobromação do metilbutano

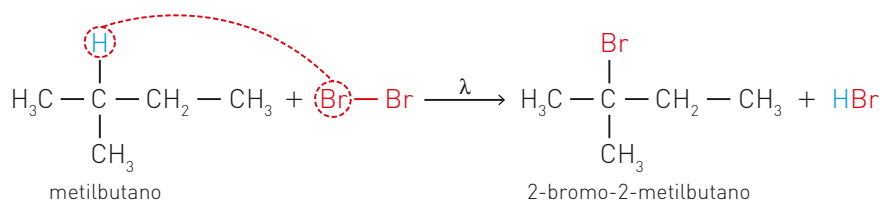


As porcentagens indicam as quantidades de cada produto da mistura, obtidas experimentalmente. Pela análise dessas porcentagens, verifica-se que ocorreu a formação em maior quantidade do produto que corresponde à substituição do hidrogênio (H) do carbono terciário. Os produtos em menor quantidade correspondem à substituição de hidrogênio de carbonos primários ou secundários.

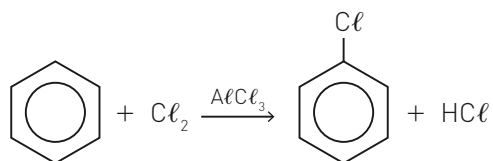
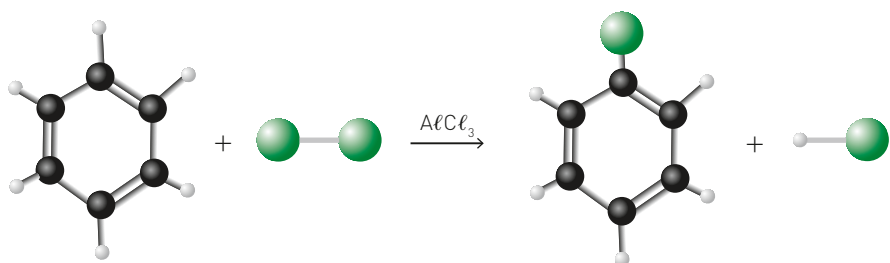
Vários fatores influem na porcentagem dos produtos obtidos nesse tipo de reação, mas se pode fazer, a partir dos fatos experimentais, uma previsão de qual produto será formado em maior quantidade por meio de uma regra de uso comum, que indica a ordem de facilidade com que um hidrogênio é substituído em um hidrocarboneto:



No equacionamento de reações semelhantes a essa, é costume representar somente o produto obtido em maior quantidade. Assim, a reação de monobromação do metilbutano é geralmente representada da seguinte maneira:

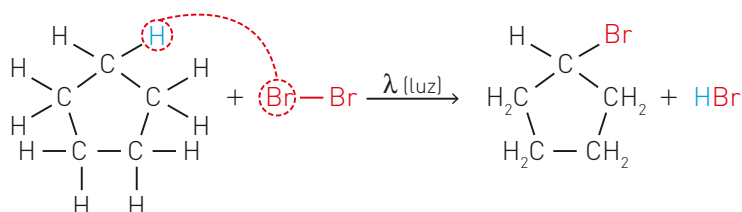


Monocloração do benzeno

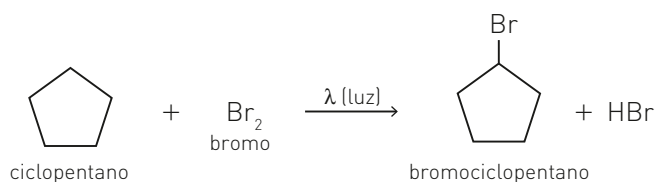


Nessa reação, como todos os carbonos são secundários, a substituição de qualquer hidrogênio originará sempre o mesmo produto.

Monobromação do ciclopentano

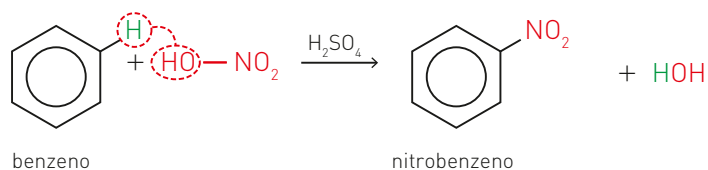
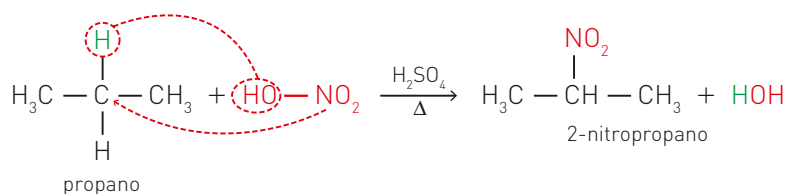
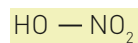


Simplificadamente, temos:



Nitração

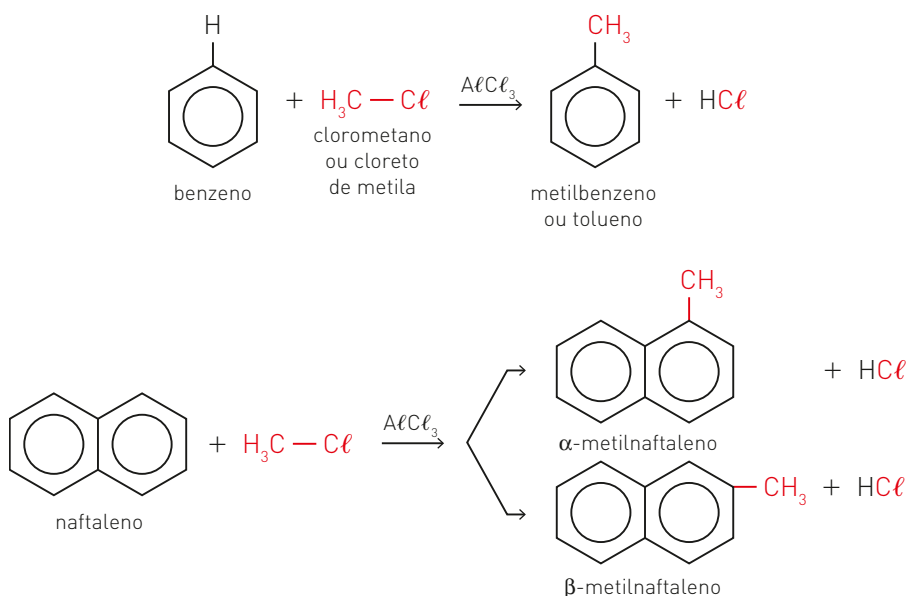
Nitração é a reação que ocorre com o ácido nítrico (HNO_3), cuja fórmula pode ser representada da seguinte maneira:



Alquilação

Alquilação é a reação que ocorre entre aromáticos e haletos orgânicos $R-X$. De maneira simplificada, pode-se considerar que nesse tipo de reação ocorrerá substituição de pelo menos um hidrogênio do composto aromático por um grupo **alquila** ($R-$).

Veja alguns exemplos a seguir:



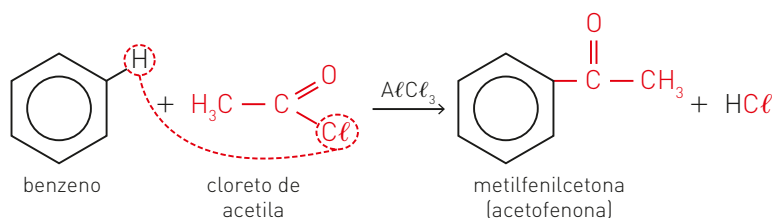
Nas monossustituições do naftaleno, sempre são formados dois produtos, sendo o produto obtido em maior porcentagem o α substituído.

Acilação

Acilação é a reação que ocorre entre aromáticos e haletos de ácidos $R-C(=O)X$.

Essa reação é semelhante à alquilação, sendo nesse caso o hidrogênio substituído por um grupo **acila** $R-C(=O)-$.

Veja o exemplo:



Essas duas reações – a alquilação e a acilação – são conhecidas por reações de Friedel-Crafts.

Uma aplicação do triclorometano (HCCl_3)

Uma das substâncias presentes nas folhas de chá é a cafeína, que é solúvel em água quente, mas muito mais solúvel em triclorometano, o clorofórmio (HCCl_3). Sua extração é feita usando-se solventes.



Thinkstock/Getty Images



J. L. Bulcão/Pulsar Imagens

/// A cafeína está presente no chá, no café e no guaraná.

Inicialmente, as folhas de chá são fervidas com água para extração de cafeína e de outras substâncias nelas presentes. A solução assim obtida é resfriada; a seguir, adiciona-se triclorometano e agita-se. A cafeína dissolvida na água passa para o triclorometano, originando um sistema com duas fases. Separada a fase que contém clorofórmio (triclorometano) e cafeína, ela é aquecida para se obter cafeína pura.

A cafeína age sobre o sistema nervoso, produzindo excitação, euforia, redução da sensação de fadiga e aumento da atividade motora.

A extração da cafeína é feita em escala industrial, com equipamentos apropriados e seguindo rígidas normas de segurança. O clorofórmio é uma substância tóxica que não deve ser inalada ou ingerida; seu contato com a pele, as mucosas e os olhos deve ser evitado.



João Anselmo/
Arquivo da editora



Rita Barreto/Fotarena

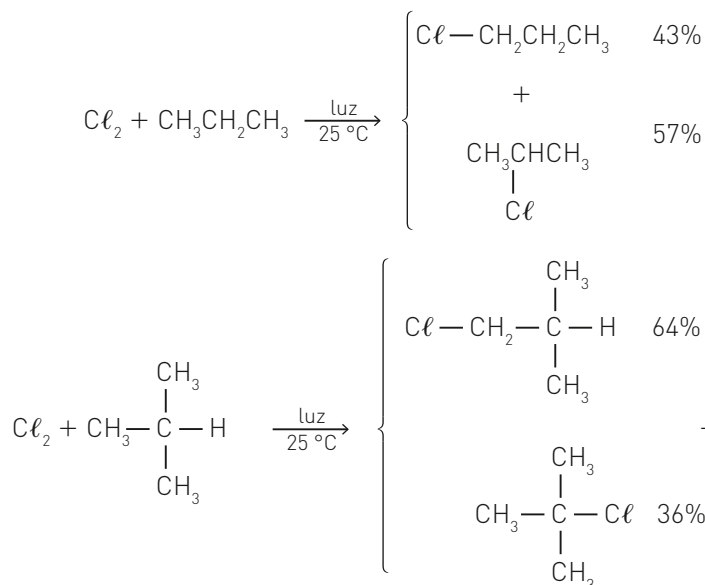
/// Atualmente, há uma preocupação em diminuir a ingestão de cafeína em razão da sua ação no sistema nervoso. Por esse motivo, existem no mercado diversos produtos descafeinados.

Reflita

1. Qual é a geometria da molécula do triclorometano?
2. A molécula da cafeína é polar ou apolar? Justifique.
3. O sistema obtido pela mistura de triclorometano, água e cafeína é homogêneo ou heterogêneo? Justifique.
4. Você acha que existe cafeína em chás que geralmente são recomendados para serem ingeridos à noite, como erva-doce, erva-cidreira e camomila? Justifique sua resposta.

Exercício resolvido

(Fuvest-SP) Alcanos reagem com cloro, em condições apropriadas, produzindo alcanos monoclorados, por substituição de átomos de hidrogênio por átomos de cloro, como esquematizado:



Hidrogênios primário, secundário e terciário são os que se ligam, respectivamente, a carbonos primário, secundário e terciário.

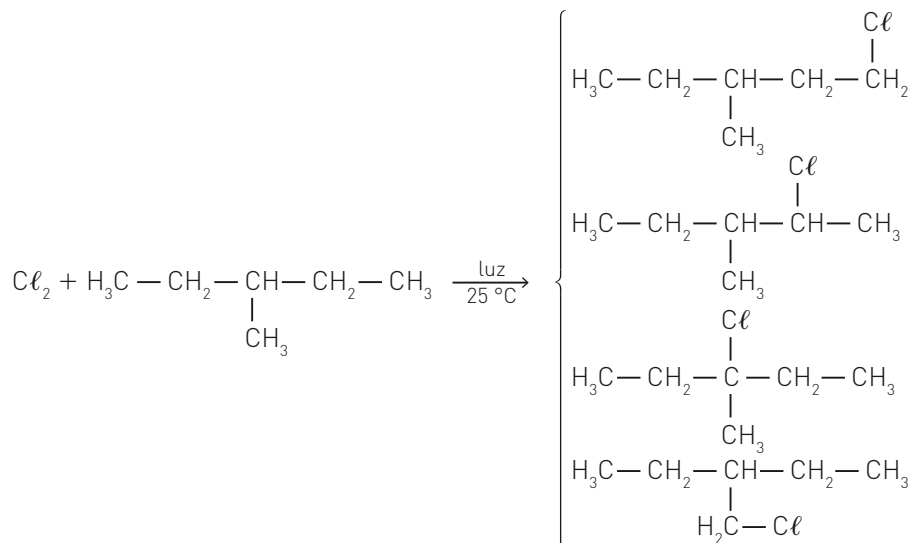
Considerando os rendimentos percentuais de cada produto e o número de átomos de hidrogênio de mesmo tipo (primário, secundário ou terciário), presentes nos alcanos do esquema apresentado, pode-se afirmar que, na reação de cloração, efetuada a 25 °C,

- um átomo de hidrogênio terciário é cinco vezes mais reativo do que um átomo de hidrogênio primário.
 - um átomo de hidrogênio secundário é quatro vezes mais reativo do que um átomo de hidrogênio primário.
- A monocloração do 3-metilpentano, a 25 °C, na presença de luz, resulta em quatro produtos, um dos quais é o 3-cloro-3-metilpentano, obtido com 17% de rendimento.

- Escreva a fórmula estrutural de cada um dos quatro produtos formados.
- Com base na porcentagem de 3-cloro-3-metilpentano formado, calcule a porcentagem de cada um dos outros três produtos.

Solução

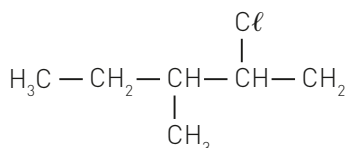
- A reação de monocloração do 3-metilpentano pode ser representada, esquematicamente, da seguinte maneira:



- b) O rendimento na formação do 3-cloro-3-metilpentano é de 17% e corresponde à possibilidade de substituição de um único hidrogênio de carbono terciário. Isso permite concluir que o rendimento para cada hidrogênio de carbono terciário é 17%.

Podemos, assim, calcular o rendimento para os outros hidrogênios.

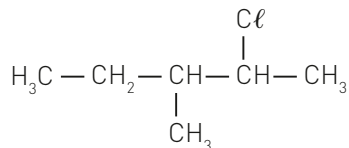
- Cada hidrogênio de carbono primário:
 $\frac{17\%}{5} = 3,4\%$
- Cada hidrogênio de carbono secundário:
 $3,4\% \cdot 4 = 13,6\%$
 Com esses dados, podemos calcular o rendimento dos demais produtos.
- Na formação do



a substituição pode ocorrer em seis hidrogênios de carbono primário.

Então: rendimento = $6 \cdot 3,4\% = 20,4\%$.

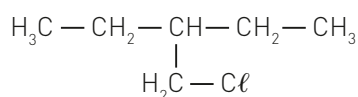
- Na formação do



a substituição pode ocorrer em quatro hidrogênios de carbono secundário.

Então: rendimento = $4 \cdot 13,6\% = 54,4\%$.

- Na formação do



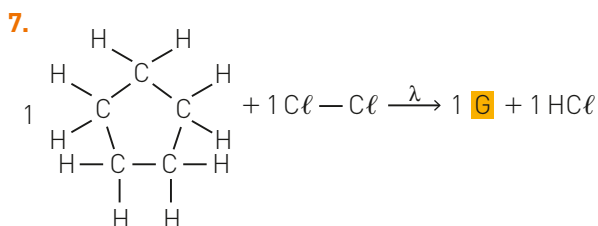
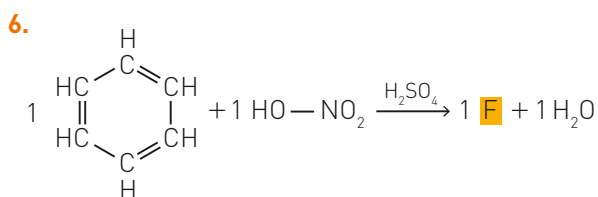
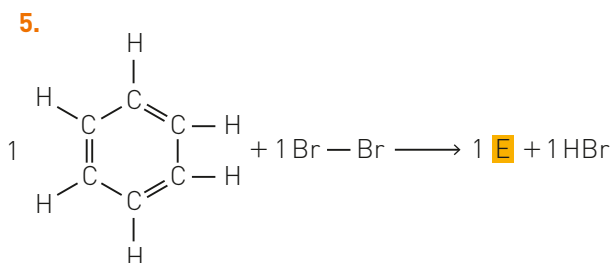
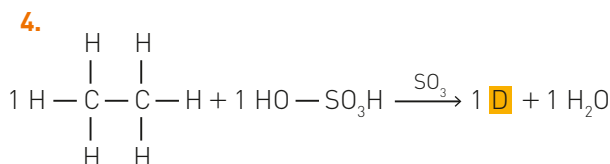
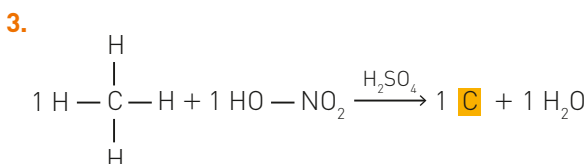
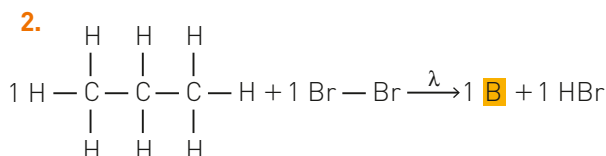
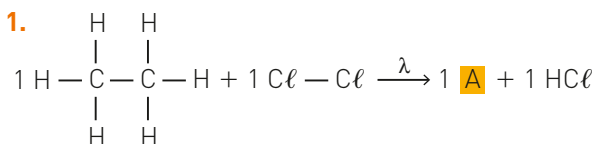
a substituição pode ocorrer em três hidrogênios de carbono primário.

Então: rendimento = $3 \cdot 3,4\% = 10,2\%$.

Obs.: Os valores utilizados são aproximados.

Fundamentando seus conhecimentos

Escreva a fórmula e o nome do composto orgânico que completa corretamente as equações a seguir.

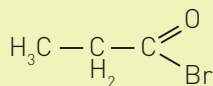


Desenvolvendo seus conhecimentos

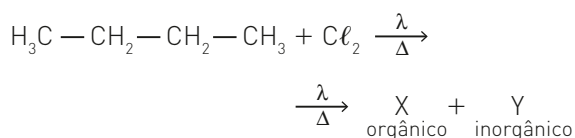
Equacione as reações a seguir, indicando a fórmula estrutural do principal produto orgânico formado.

1. Monobromação do 2-metilbutano.
2. Mononitração do propano.
3. Monocloração do ciclo-hexano.
4. Monossulfonação do benzeno.
5. Benzeno + cloreto de etila.
6. Benzeno + brometo de propanoíla

brometo de propanoíla:

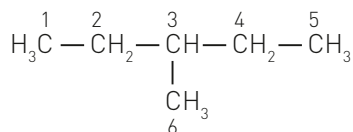


7. (Unisantos-SP) Considere a reação de substituição do butano:



O nome do composto X é:

- a) cloreto de hidrogênio.
 - b) 1-clorobutano.
 - x** c) 2-clorobutano.
 - d) 1,1-diclorobutano.
 - e) 2,2-diclorobutano.
8. (Cesgranrio-RJ) No 3-metilpentano, cuja estrutura está representada a seguir,



o hidrogênio mais facilmente substituível por halogênio está situado no de número:

- a) 1
- b) 2
- x** c) 3
- d) 4
- e) 6

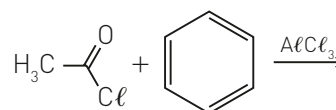
9. A monocloração do 2-metilbutano pode originar vários produtos orgânicos. Dois desses produtos apresentam atividade óptica. Os nomes desses produtos são:

- a) 1-cloro-2-metilbutano e 2-cloro-2-metilbutano.
- x** b) 1-cloro-2-metilbutano e 2-cloro-3-metilbutano.
- c) 2-cloro-2-metilbutano e 4-cloro-2-metilbutano.
- d) 3-cloro-2-metilbutano e 4-cloro-2-metilbutano.
- e) 2-cloro-2-metilbutano e 3-cloro-2-metilbutano.

10. (Ufal) Os compostos fenólicos, embora tóxicos para o ser humano, são bastante utilizados como germicidas, cuja ação é potencializada pela presença de grupos alquila no anel aromático. A introdução desses grupos requer uma reação de Friedel-Crafts, sendo que o tamanho ideal do grupo alquila, para uma atividade germicida máxima, é de seis átomos de carbono. Sendo assim, o haleto de alquila apropriado para a reação com o fenol é:

- x** a) 1-cloro-2,2-dimetilbutano.
- b) 1-cloro-2,2-dimetilpropano.
- c) 2-cloro-2,3-dimetil-hexano.
- d) 1-cloro-3-etilpentano.

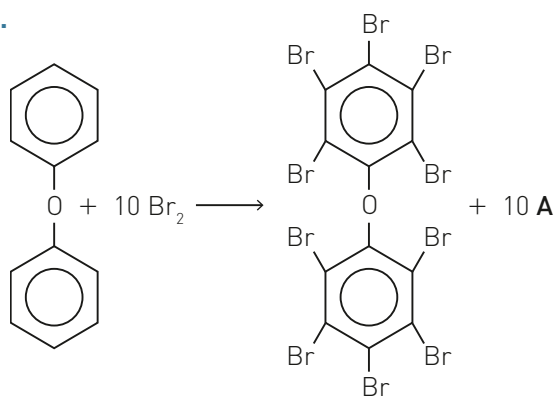
11. (UFU-MG) Considere a reação do benzeno com cloreto de etanoíla.



Nessa reação, o produto principal é:

- a)
- b)
- x** c)
- d)

12.

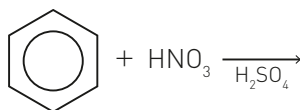


A equação anterior representa a preparação de um éter difenílico bromado que é utilizado no combate a incêndios.

A partir dessas informações, responda:

- Qual é o nome da reação representada?
- Qual é a fórmula da substância A?

13. (Uece) O benzeno, um dos principais hidrocarbonetos aromáticos, é uma substância usada como solvente (de iodo, enxofre, graxas, ceras etc.) e matéria-prima básica na produção de muitos compostos orgânicos importantes, como fenol, anilina, trinitrotolueno, plásticos, borracha sintética e tintas. Pode reagir com ácido nítrico nas seguintes condições:



Assinale a alternativa que corretamente apresenta os produtos e o tipo dessa reação.

- + NO₂ + H₂O + H₂, eliminação.
- + H₂O, adição.
- + HNO₂, adição.
- + H₂O, substituição.

14. (PUC-RJ) As reações de cloração (halogenação) dos alcanos ocorrem na presença de gás cloro (Cl₂), sob condições ideais, e geralmente dão origem a diversos produtos contendo átomos de clo-

ro. Por exemplo, no caso da cloração do metilbutano (C₅H₁₂), é possível obter quatro produtos diferentes. Esse tipo de reação é classificada como

- substituição.
- adição.
- acilação.
- combustão.
- saponificação.

15. (Uern) A reação de substituição entre o gás cloro e o propano, em presença de luz ultravioleta, resulta, como produto principal, o composto:

- 1-cloropropano.
- 2-cloropropano.
- 1-cloropropano.
- 2-cloropropano.

16. (UFMS) Um químico faz uma reação do terc-butano [metilpropano] com Br₂, na presença de luz solar ou aquecimento a 300 °C. Admitindo-se que ocorra apenas monossustituição, é correto afirmar que o número de produtos formados nessa reação é:

- 1.
- 3.
- 2.
- 4.
- 5.

17. (PUC-RJ) A reação abaixo foi realizada na presença de luz:



Seus principais produtos são:

- (CH₃)₂CHCH₂Br + HBr
- (CH₃)₂CHCHBr + H₂
- (CH₃) (CH₂Br) CHCH₃ + HBr
- (CH₃)₂CBrCH₃ + HBr
- (CH₂Br)₂CHCH₃ + H₂

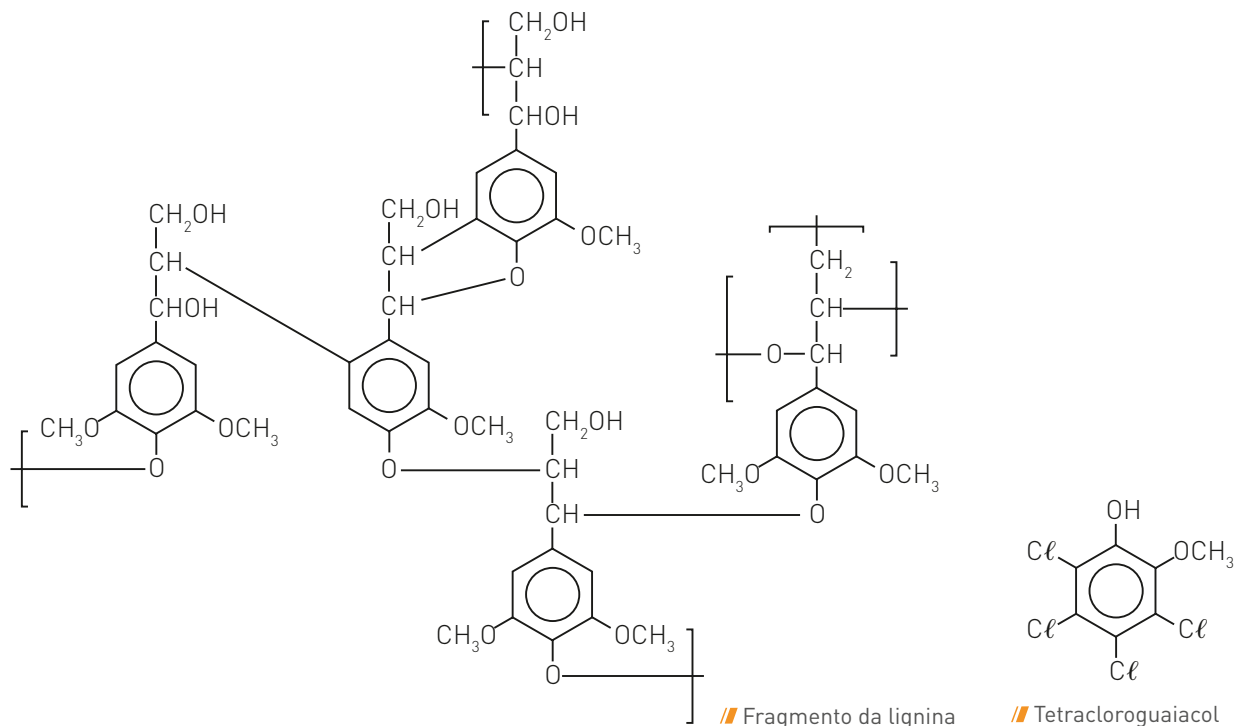
18. (Unimontes-MG) Quando moléculas aquirais reagem produzindo um composto com um único carbono quiral, assimétrico, o produto obtido será uma mistura opticamente inativa, ou seja, produto como uma forma racêmica. A cloração radicalar – via radical livre – do pentano, em presença de luz, produz três compostos monoclorados, bem como produtos policlorados.

- Represente, por equação, a cloração do pentano com consequente formação dos três compostos monoclorados.
- Nomeie o composto que pode ser obtido como uma forma racêmica.

19. (PUC-PR) A monocloração do 2-metilpentano pode fornecer vários compostos, em proporções diferentes. Dos compostos monoclorados isômeros planos, quantos apresentarão carbono quiral ou assimétrico?

- 4
- 5
- 1
- 2
- 3

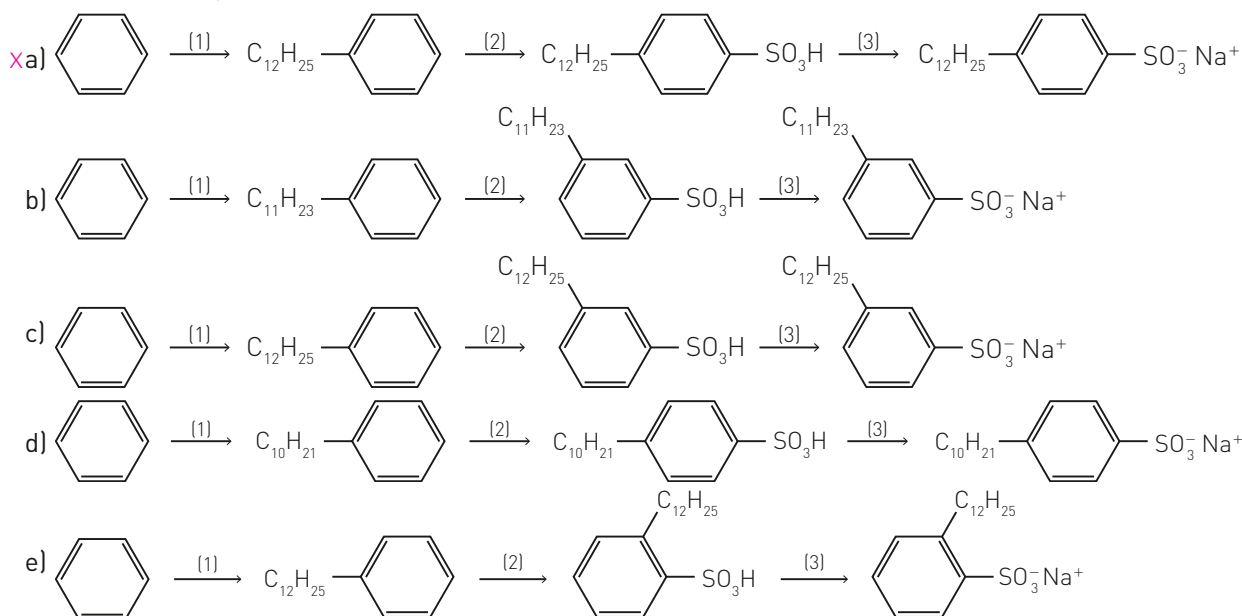
20. (Enem) O papel tem na celulose sua matéria-prima, e uma das etapas de sua produção é o branqueamento, que visa remover a lignina da celulose. Diferentes processos de branqueamento usam, por exemplo, cloro (Cl_2), hipoclorito de sódio (NaClO), oxigênio (O_2), ozônio (O_3) ou peróxido de hidrogênio (H_2O_2). Alguns processos de branqueamento levam à formação de compostos organoclorados. São apresentadas as estruturas de um fragmento da lignina e do tetracloroguaiacol, um dos organoclorados formados no processo de branqueamento.



SANTOS, C. P. et al. Papel: como se fabrica? *Química Nova na Escola*, n. 14, 2001 [adaptado].

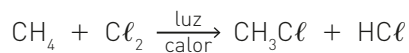
Os reagentes capazes de levar à formação de organoclorados no processo citado são

- a) O_2 e O_3 . b) Cl_2 e O_2 . c) H_2O_2 e Cl_2 . d) NaClO e O_3 . **x e) NaClO e Cl_2 .**
21. (UCS-RS) O *p*-dodecilbenzenossulfonato de sódio é o principal componente ativo da maioria dos detergentes e sabões em pó. Ele pode ser obtido a partir do benzeno, em um processo industrial constituído de três etapas principais: (1) alquilação, (2) sulfonação e (3) neutralização com NaOH . Assinale a alternativa na qual a obtenção do *p*-dodecilbenzenossulfonato de sódio, descrita acima, está corretamente representada.



Desafiando seus conhecimentos

1. [PUC-SP] Sob aquecimento e ação da luz, alcanos sofrem reação de substituição na presença de cloro gasoso, formando um cloroalcano:

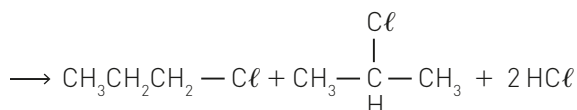
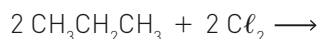


Considere que, em condições apropriadas, cloro e propano reagem formando, principalmente, produtos dissustituídos. O número máximo de isômeros planos de fórmula $\text{C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2$ obtido é:

- a) 5
xb) 4
 c) 3
 d) 2
 e) 1
2. A reação entre A orgânico e B inorgânico produziu, além de HCl , uma mistura dos seguintes compostos: 1-clorobutano e 2-clorobutano.
 A respeito dessa reação:
- Escreva as fórmulas estruturais planas dos produtos orgânicos.
 - Indique qual dos compostos orgânicos apresenta carbono quiral.
 - Identifique o tipo de isomeria plana existente entre os produtos orgânicos.
 - Escreva as fórmulas dos reagentes.
 - Sabendo que a facilidade de substituição do H é $\text{C}_{\text{terciário}} > \text{C}_{\text{secundário}} > \text{C}_{\text{primário}}$, indique o produto orgânico formado em maior quantidade e equacione a reação de formação desse produto.

3. [UFSC] Para efetuarmos uma cloração total de uma molécula do etano, deveremos utilizar quantas moléculas de cloro?
- a) 1
 b) 2
 c) 3
 d) 4
xe) 6

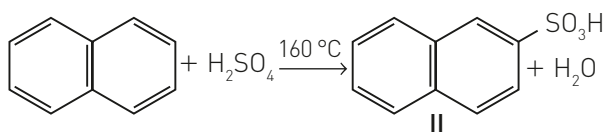
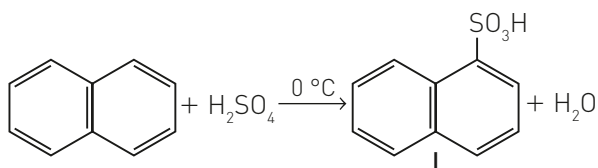
4. [Fuvest-SP] A reação do propano com cloro gasoso, em presença de luz, produz dois compostos monoclorados.



Na reação do cloro gasoso com 2,2-dimetilbutano, em presença de luz, o número de compostos monoclorados que podem ser formados e que não possuem, em sua molécula, carbono assimétrico é:

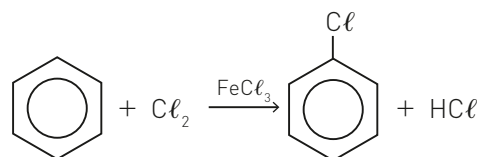
- a) 1
xb) 2
 c) 3
 d) 4
 e) 5

5. O naftaleno (C_{10}H_8) reage com o ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4). Dependendo das condições de temperatura em que se realiza a reação, são formados diferentes produtos, como mostrado abaixo.



Com relação aos dados apresentados, pode-se afirmar que todas as alternativas abaixo são verdadeiras, *exceto*:

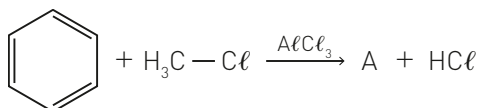
- a) as moléculas dos produtos I e II são mais polares que as do naftaleno.
xb) as equações químicas anteriores representam reações do tipo de adição eletrofílica aromática.
 c) os produtos I e II podem ser classificados como isômeros planos de posição.
 d) o ácido 2-naftalenossulfônico é formado na temperatura de 160 °C.
6. [PUC-RJ] A cloração ocorre mais facilmente em hidrocarbonetos aromáticos, como o benzeno, do que nos alcanos. A reação a seguir representa a cloração do benzeno em ausência de luz e calor.



De acordo com essa reação, é *correto* afirmar que:

- a) essa cloração é classificada como uma reação de adição.
- b) o hidrogênio do produto HCl não é proveniente do benzeno.
- ✗ c) o FeCl_3 é o catalisador da reação.
- d) o Cl^- é a espécie reativa responsável pelo ataque ao anel aromático.
- e) o produto orgânico formado possui fórmula molecular $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{Cl}$.

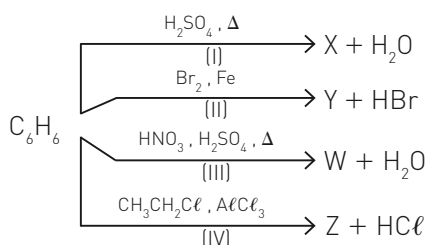
7. (UFPE) Observe o esquema abaixo:



Considerando as massas atômicas $\text{C} = 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ e $\text{H} = 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, analise os itens a seguir, classificando-os como verdadeiros (V) ou falsos (F).

- [V] O esquema mostra uma reação de substituição.
- [V] O produto A é o tolueno (metil-benzeno).
- [F] O AlCl_3 atua como desidratante.
- [V] Essa reação exemplifica uma alquilação de Friedel-Crafts.
- [V] Considerando um rendimento de 50% e partindo de 1 mol de benzeno, obtêm-se 46 g do produto A.

8. (UFFRJ) Quando uma reação química ocorre, ligações existentes entre os átomos de uma molécula se rompem, formam-se novas ligações e surgem novas moléculas. Observe, então, o esquema reacional abaixo.



- a) Identifique, por meio de suas respectivas fórmulas estruturais, os compostos X, Y, W e Z.
- b) Informe o percentual de carbono do composto W.
- c) As reações representadas por I, II, III e IV são reações de substituição eletrofílica. Classifique-as.

9. (Uerj) A anilina (aminobenzeno), um composto químico utilizado na produção de corantes e medicamentos, é sintetizada em duas etapas. Na primeira, reage-se benzeno com ácido nítrico, empregando como catalisador o ácido sulfúrico. A segunda etapa consiste na redução do composto orgânico obtido na primeira etapa.

Em relação à anilina, apresente:

- a) sua fórmula estrutural;
- b) a equação química que representa a primeira etapa de seu processo de síntese.

10. (Uece) O produto orgânico obtido preferencialmente na monocloração do 2,4-dimetilpentano é o

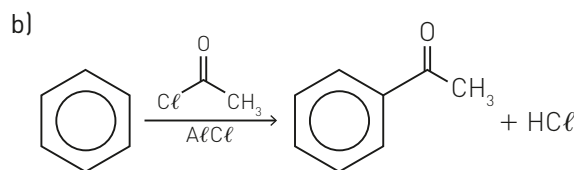
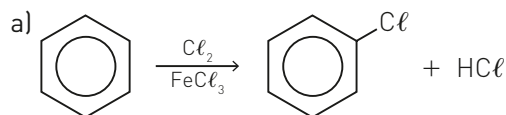
- a) 1-cloro-2,4-dimetilpentano.
- b) 5-cloro-2,4-dimetilpentano.
- c) 3-cloro-2,4-dimetilpentano.
- ✗ d) 2-cloro-2,4-dimetilpentano.

11. (UFG-GO) Hidrocarbonetos alifáticos saturados podem sofrer reações de halogenação.

Considerando-se o hidrocarboneto de fórmula molecular C_8H_{18} , determine:

- a) a fórmula molecular plana do isômero que fornece apenas um haleto quando sofre uma mono-halogenação.
- b) a massa molar quando esse hidrocarboneto sofre halogenação total. Considere como halogênio o átomo de cloro.

12. (UEPG-PR) Considerando as reações abaixo, assinale o que for correto.



- ✗ 01) São reações de substituição.
- ✗ 02) O produto de B é uma cetona.
- ✗ 04) A reação B corresponde a uma acilação de Friedel-Crafts.
- ✗ 08) Na reação A, a utilização de $\text{Br}_2/\text{FeBr}_3$ no lugar de $\text{Cl}_2/\text{FeCl}_3$ produzirá o bromobenzeno.
- ✗ 16) Ambos os produtos são aromáticos.

13. (UEM-PR) Assinale a(s) alternativa(s) **correta(s)** a respeito de reações de substituição em alcanos e aromáticos.

01) A reação de cloração do metilbutano apresentará uma única molécula orgânica como produto final.

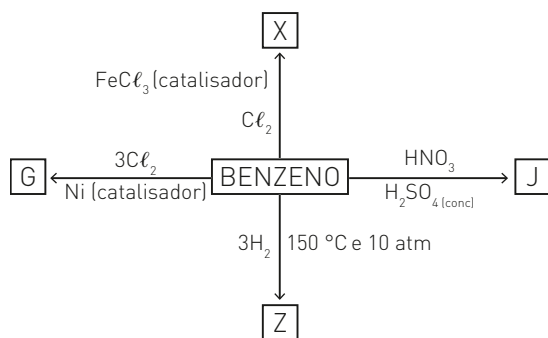
02) Moléculas que apresentam carbonos primários e terciários apresentarão maior grau de substituição por bromação no carbono primário.

X 04) Na halogenação de aromáticos é necessário o uso de catalisadores como o $AlCl_3$ ou o $FeBr_3$.

X 08) A halogenação de alcanos ocorre por meio da formação de radicais livres, e estes são formados a partir de irradiação com luz de frequência adequada ou por aquecimento.

X 16) O ácido sulfúrico fumegante é utilizado na sulfonação de aromáticos, e o ácido sulfúrico concentrado age como catalisador na reação de nitração de aromáticos em presença de ácido nítrico.

14. (Uece) O benzeno é usado principalmente para produzir outras substâncias químicas. Seus derivados mais largamente produzidos incluem o estireno, que é usado para produzir polímeros e plásticos, o fenol, para resinas e adesivos, e o ciclo-hexano, usado na manufatura de nylon. Quantidades menores de benzeno são usadas para produzir alguns tipos de borrachas, lubrificantes, corantes, detergentes, fármacos, explosivos e pesticidas. A figura a seguir representa reações do benzeno na produção dos compostos G, J, X e Z, que ocorrem com os reagentes assinalados e condições necessárias.



De acordo com o diagrama acima, assinale a afirmação correta.

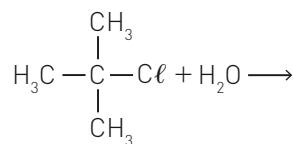
- a) O composto X é o cloro-ciclo-hexano.
b) O composto G é o hexacloreto de benzeno.
c) O composto Z é o ciclo-hexano.
X d) O composto J é o nitrobenzeno.

15. (Uerj) O bromofenilmetano, também denominado brometo de benzila, reage lentamente com a água, formando um álcool e um ácido inorgânico. Escreva, utilizando as fórmulas estruturais das substâncias, a equação química dessa reação. Em seguida, apresente a estrutura em bastão do éter isômero do álcool produzido.

16. (Fuvest-SP) Um estudante realizou em laboratório a reação de hidrólise do cloreto de *terc*-butila $[(CH_3)_3CCl]$ para produzir *terc*-butanol. Para tal, fez o seguinte procedimento: adicionou 1 mL do cloreto de *terc*-butila a uma solução contendo 60% de acetona e 40% de água, em volume. Acrescentou, ainda, algumas gotas de indicador universal (mistura de indicadores ácido-base).

Ao longo da reação, o estudante observou a mudança de cor: inicialmente a solução estava esverdeada, tornou-se amarela e, finalmente, laranja.

- a) Complete a seguir a equação química que representa a reação de hidrólise do cloreto de *terc*-butila.



- b) Explique por que a cor da solução se altera ao longo da reação.

O estudante repetiu a reação de hidrólise nas mesmas condições experimentais anteriormente empregadas, exceto quanto à composição do solvente. Nesse novo experimento, o cloreto de *terc*-butila foi solubilizado em uma mistura contendo 70% de acetona e 30% de água, em volume. Verificou que, para atingir a mesma coloração laranja observada anteriormente, foi necessário um tempo maior.

- c) Explique por que a mudança da composição do solvente afetou o tempo de reação.

Dirigência nos aromáticos

Quando se efetuam duas substituições em um anel aromático, verifica-se experimentalmente que a posição da segunda substituição no anel depende da estrutura do primeiro grupo substituinte, ou seja, o primeiro ligante do anel determinará a posição preferencial para a outra substituição.

Esse fenômeno recebe o nome de **dirigência**. Existem somente dois tipos de dirigente:

- ortoparadirigente;
- metadirigentes.

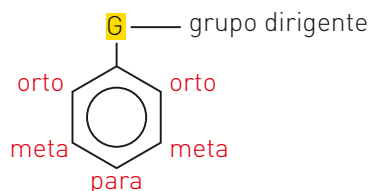
Ortoparadirigentes

Esses grupos orientam a segunda substituição para as posições **orto** e **para**, originando dois produtos principais. A principal característica dos ortoparadirigentes é que eles apresentam um único átomo ou um grupo de átomos unidos somente por ligações simples.

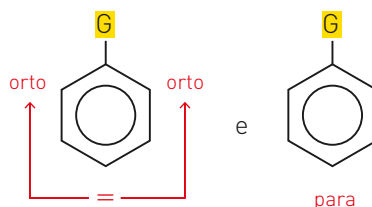
Os principais ortoparadirigentes são:

$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ -\text{N}- \\ \\ \text{H} \\ \\ -\text{NH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} -\text{O}-\text{H} \\ \\ -\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ -\text{O}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \\ \\ -\text{OCH}_3 \end{array}$	grupos alquila $-\text{CH}_3, -\text{CH}_2-\text{CH}_3, \dots$	halogênios $\text{F}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$
--	--	--	---	--

Considere um grupo dirigente genérico que está ligado a benzeno:



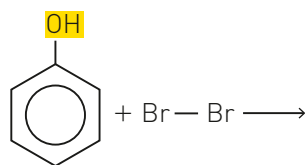
Quando **G** for um ortoparadirigente, a segunda substituição ocorrerá, preferencialmente, nas posições:



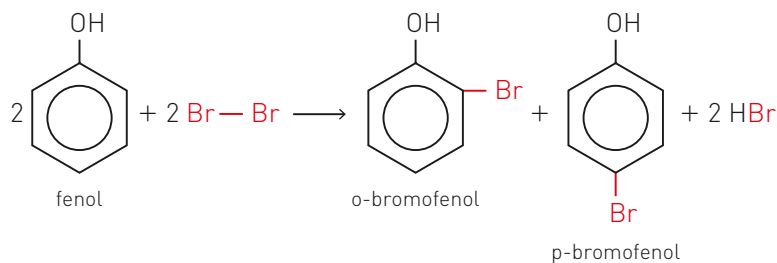
Veja alguns exemplos a seguir.

Também ocorre substituição na posição meta, porém com rendimento muito baixo. No equacionamento, somente são indicados os produtos principais.

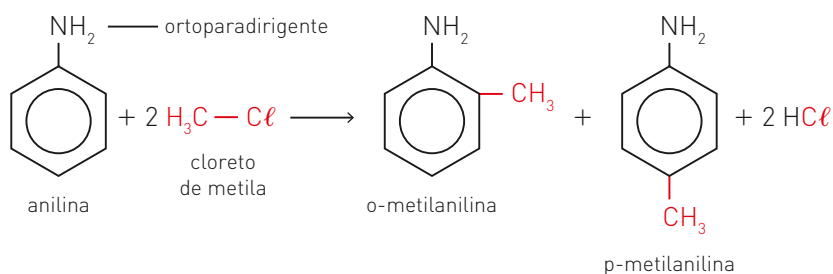
Monobromação do fenol



Como o grupo —OH é ortoparadirigente, ocorre a formação de dois produtos orgânicos, um em **orto** e outro em **para**:



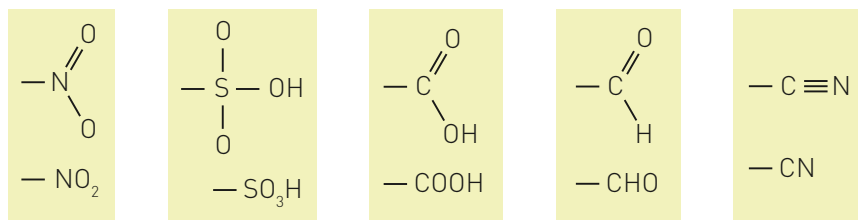
Monoalquilação da anilina



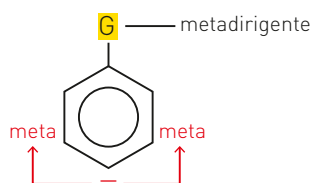
Metadirigentes

Esses grupos orientam a segunda substituição predominantemente para a posição **meta**.

Os principais metadirigentes são:

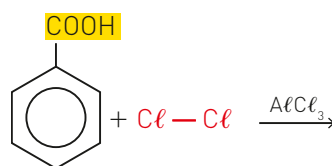


Quando **G** for um metadirigente, será formado, predominantemente, o produto obtido pela substituição na posição **meta**:

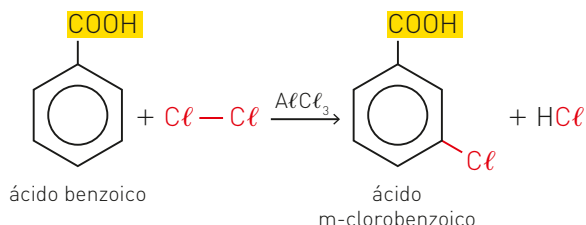


Veja alguns exemplos a seguir.

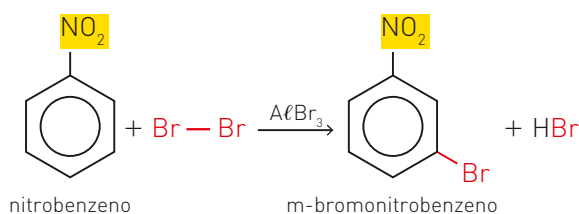
Monocloração do ácido benzoico



Como o grupo —COOH é metadirigente, forma-se, predominantemente, o produto obtido pela substituição na posição **meta**:



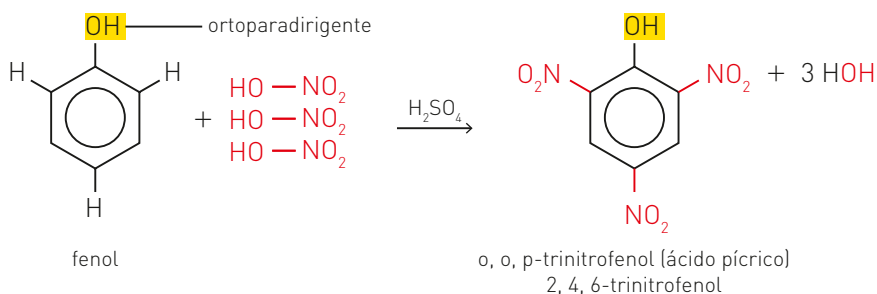
Monobromação do nitrobenzeno



Até agora só foram abordadas reações com, no máximo, duas substituições no anel aromático, porém o número de substituições pode ser maior.

Veja alguns exemplos.

Nitração total do fenol



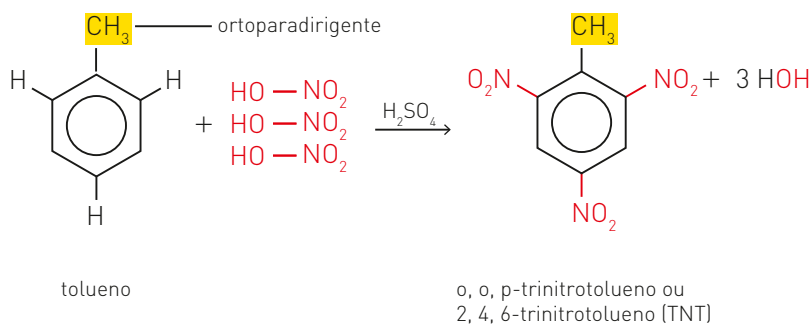
Nitração total do tolueno

A nitração total do tolueno (metilbenzeno) permite obter um dos mais importantes explosivos utilizado tanto na indústria bélica quanto na engenharia civil: o trinitrotolueno (TNT). O TNT é pouco sensível ao choque mecânico e à chama, mas explode com grande violência quando ativado por uma pequena explosão causada por uma espoleta. Uma das suas vantagens é que, pelo fato de apresentar baixo ponto de fusão ($80\text{ }^{\circ}\text{C}$), ele é colocado fundido diretamente em bombas e obuses.

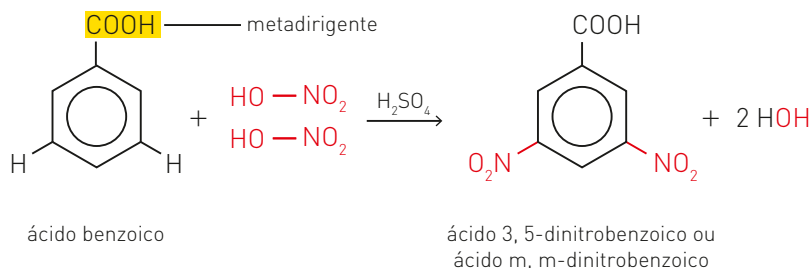
Implosão de um edifício. Las Vegas, Estados Unidos, 2015.



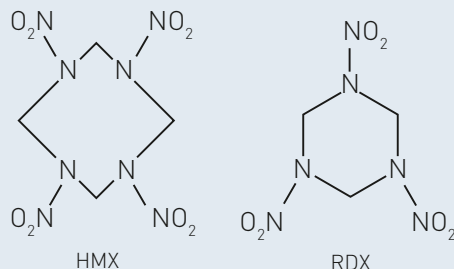
Antigamente, o TNT era produzido pela nitração do tolueno em três etapas; atualmente, foram desenvolvidos processos, com maior rendimento e custos menores, que permitem obtê-lo em uma única etapa: a **nitração total**.



Nitração total do ácido benzoico



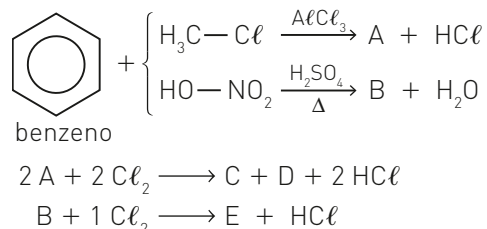
Além do TNT, outros dois explosivos muito utilizados atualmente são:



Qualquer explosivo deve apresentar as seguintes características: sofre decomposição exotérmica intensa e rápida; os produtos de sua decomposição estão no estado gasoso; é suficientemente estável para que seja possível determinar o momento da explosão.

Exercício resolvido

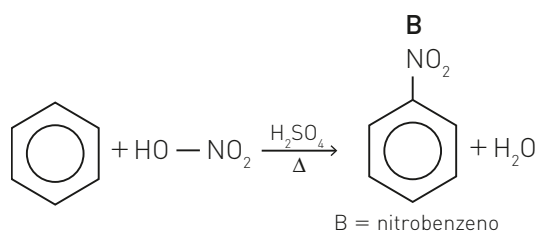
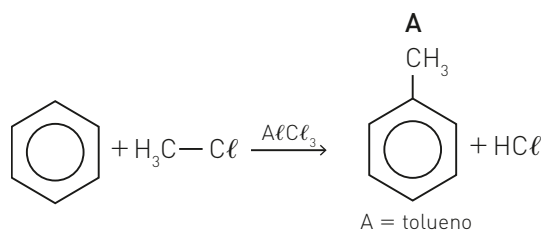
No esquema a seguir, as letras correspondem a substâncias orgânicas.



Escreva as fórmulas estruturais e os nomes das substâncias A, B, C, D e E.

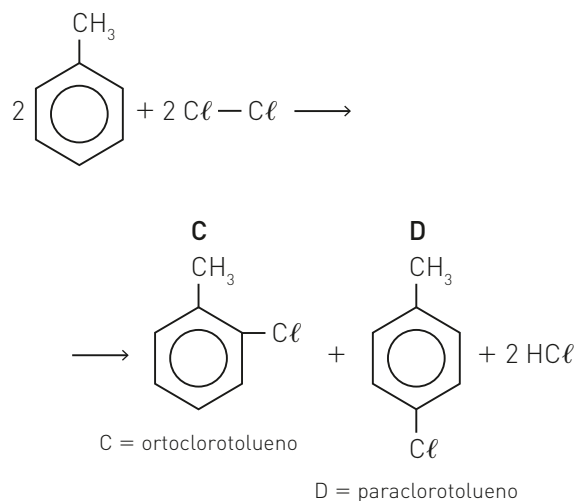
Solução

Inicialmente, devemos escrever as equações que representam as reações de substituição do benzeno:

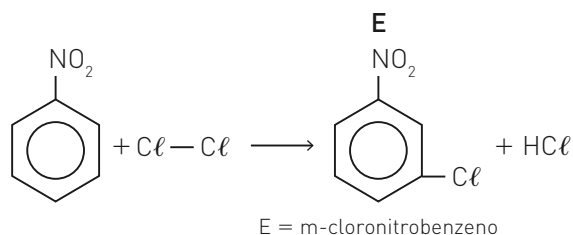


Agora, conhecendo as estruturas A e B, escreveremos as equações que representam suas reações com o cloro (Cl_2). Tanto no composto A como no composto B, o anel aromático já apresenta o primeiro substituinte, que determinará a posição da substituição seguinte.

No composto A, temos o grupo $-\text{CH}_3$, que é um ortoparadirigente, o que determina a formação de dois produtos orgânicos:

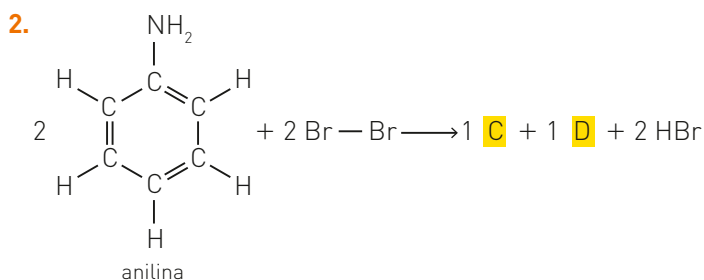
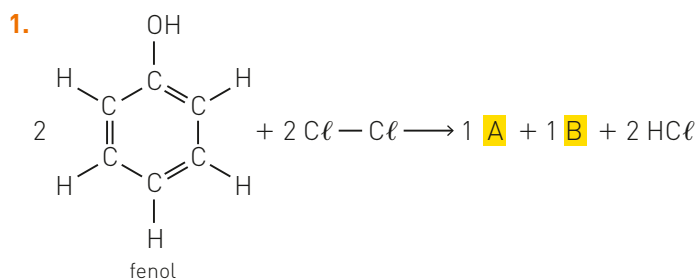


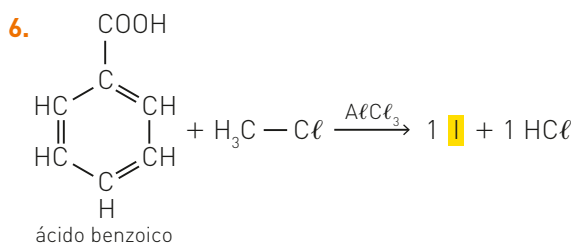
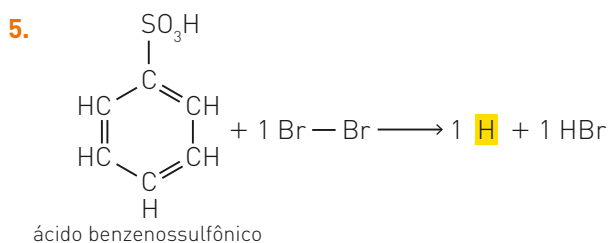
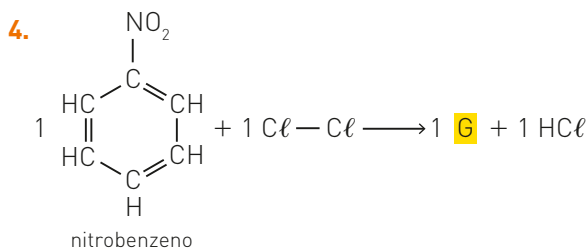
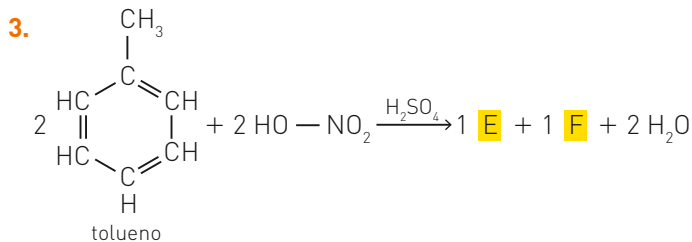
No composto B, o grupo $-\text{NO}_2$, que é um meta-dirigente, determina a formação de um único produto orgânico:



Fundamentando seus conhecimentos

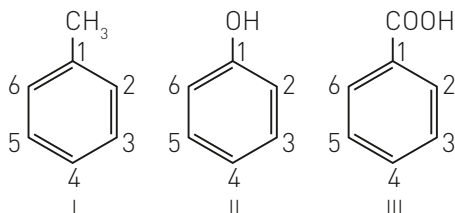
Escreva a(s) fórmula(s) estrutural(is) e o(s) nome(s) do(s) produto(s) orgânico(s) que completa(m) as reações.





Desenvolvendo seus conhecimentos

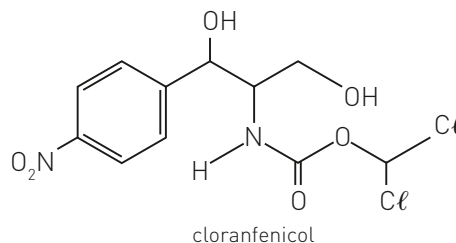
1. (UFU-MG) Considere as informações a seguir.



Com relação aos benzenos monossustituídos apresentados, as possíveis posições nas quais ocorrerá monocloração em I, II e III são, respectivamente,

- a) 2 e 4; 2 e 4; 3. d) 3 e 4; 2 e 4; 4.
 b) 3 e 4; 2 e 5; 3.
 c) 2 e 4; 2 e 5; 4.

2. (UFPR) Capaz de combater uma variedade de micro-organismos aeróbicos e anaeróbicos, o cloranfenicol é um antibiótico de uso humano e animal, cuja estrutura é:



Quanto à estrutura química do cloranfenicol, considere as seguintes afirmativas:

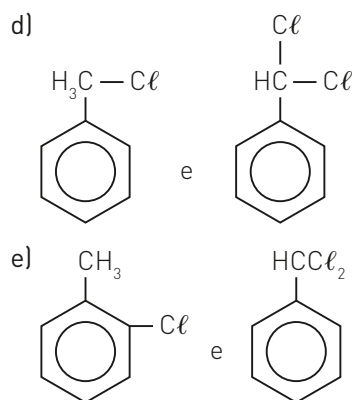
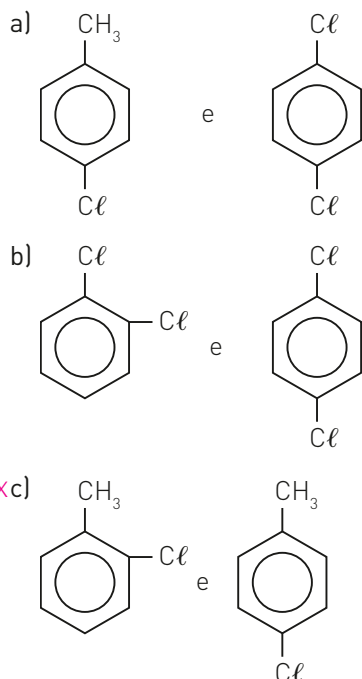
1. A substância apresenta um grupo amino ligado ao anel aromático.

2. Existe um agrupamento álcool em carbono terciário na estrutura.
3. Esse composto apresenta 2 (dois) átomos de carbono assimétricos.
4. A molécula apresenta o grupo funcional cetona.
5. O anel aromático presente na estrutura é paradiassubstituído.

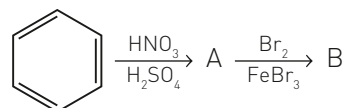
Assinale a alternativa correta.

- a) Somente a afirmativa 4 é verdadeira.
- x b)** Somente as afirmativas 3 e 5 são verdadeiras.
- c) Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas 4 e 5 são verdadeiras.
- e) Somente as afirmativas 1, 2 e 3 são verdadeiras.
- 3.** (PUC-PR) A reação do metilbenzeno (tolueno) com HNO_3 em presença de catalisador fornecerá como principal composto:
- a) somente o 1-metil-3-nitrobenzeno.
- b) somente o 1-metil-2-nitrobenzeno.
- c) somente o 1-metil-4-nitrobenzeno.
- d) mistura do 1-metil-2-nitrobenzeno e 1-metil-3-nitrobenzeno.
- x e)** mistura do 1-metil-2-nitrobenzeno e 1-metil-4-nitrobenzeno.

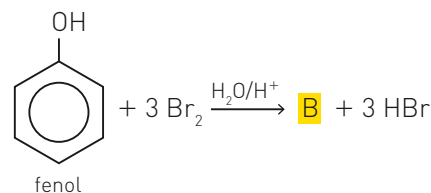
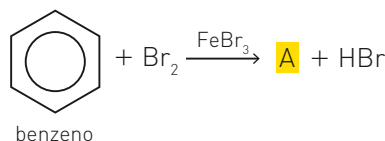
- 4.** (UPM-SP) Na reação de tolueno (metilbenzeno) com um mol de cloro, no escuro e com catalisador, são produzidos dois compostos que são isômeros de posição entre si. As fórmulas estruturais desses isômeros são:



- 5.** Os compostos aromáticos geralmente apresentam baixa polaridade, tendo, desse modo, baixa solubilidade em água. Alguns exalam cheiro agradável. Aliás, o termo *aromático* deve-se à presença do anel benzênico nos compostos extraídos do benjoim e da baunilha, por exemplo, que têm aroma agradável.
- a) Considerando-se a fórmula molecular $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$, escreva a fórmula estrutural de três compostos aromáticos que sejam isômeros de função.
- b) Forneça a fórmula estrutural dos principais produtos A e B para a sequência de reações abaixo. Dado: $\text{MM}(\text{B}) = 202 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.



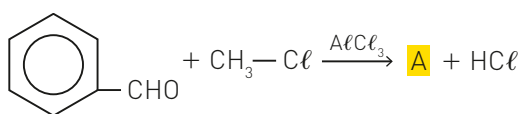
- 6.** (UFSM-RS) Observe as equações de reações de substituição eletrofílica em compostos aromáticos:



Os nomes corretos dos produtos A e B são, respectivamente,

- a) 1,4-dibromobenzeno e 4-bromofenol.
- b) 1,2,3-tribromobenzeno e 2-bromofenol.
- c) 5-bromobenzeno e 2,4-dibromofenol.
- d) 1,2-dibromobenzeno e 1,1,3-tribromofenol.
- x e)** bromobenzeno e 2,4,6-tribromofenol.

7. (Uespi) Analise a reação abaixo e as afirmativas a seguir.

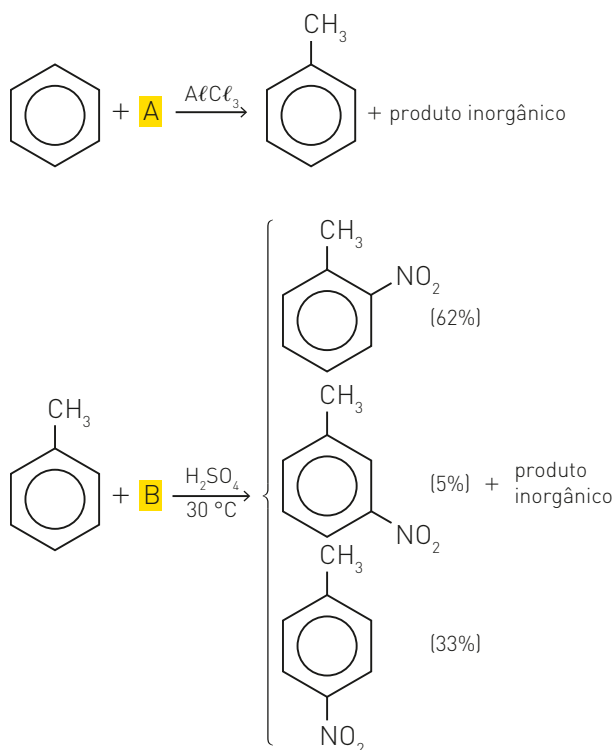


1. O grupo —CHO é um orientador do tipo meta-dirigente.
2. O produto A é o aldeído 3-etilbenzoico.
3. A reação é catalisada.
4. Trata-se de uma reação de adição do tipo Friedel-Crafts.
5. O produto A é predominantemente o aldeído p-etilbenzoico.

Está(ão) correta(s):

- a) 1 apenas.
b) 4 apenas.
x c) 1 e 3 apenas.
d) 2, 3 e 5 apenas.
e) 1, 2, 3, 4 e 5.

8. (UFRJ) Os nitrotoluenos são compostos intermediários importantes na produção de explosivos. Os mononitrotoluenos podem ser obtidos simultaneamente, a partir do benzeno, por meio da seguinte sequência de reações:



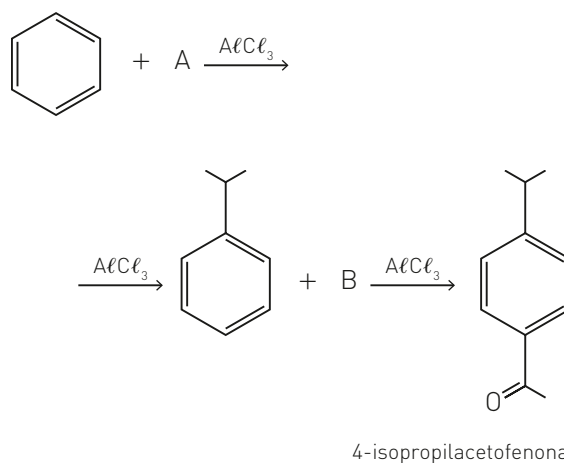
- a) Escreva a fórmula estrutural do composto A e o nome do composto B.
b) Identifique o tipo de isomeria plana presente nos três produtos orgânicos finais da sequência de reações.

9. (UFFRJ) O anel benzênico pode sofrer reação de substituição eletrofílica aromática com cloro e gerar clorobenzeno e a subsequente cloração desse produto leva à formação de três isômeros dissustituídos.

Com base nessas informações:

- a) represente a fórmula estrutural dos isômeros;
b) aponte os isômeros polares;
c) mencione os produtos principais da segunda reação.

10. (UFJF/PISM-MG) A 4-isopropilacetofenona é amplamente utilizada na indústria como odorizante devido ao seu cheiro característico de violeta. Em pequena escala, a molécula em questão pode ser preparada por duas reações características de compostos aromáticos: a alquilação de Friedel-Crafts e a acilação.

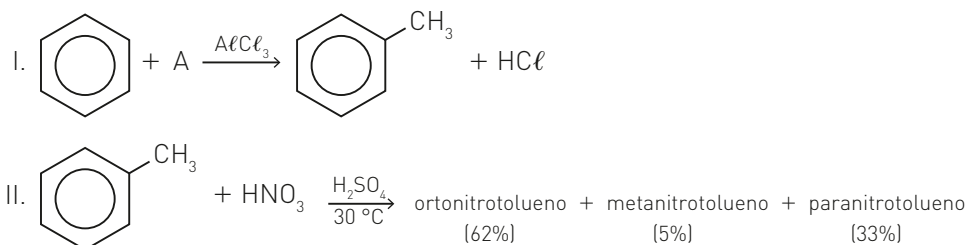


Marque a alternativa que descreve os reagentes A e B usados na produção da 4-isopropilacetofenona.

- a) 1-cloropropano e cloreto de propanoíla.
b) Cloreto de propanoíla e 1-cloroetano.
c) Propano e propanona.
x d) 2-cloropropano e cloreto de etanoíla.
e) 2-cloropropano e propanona.

Desafiando seus conhecimentos

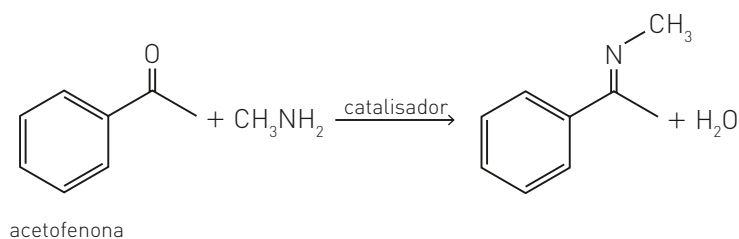
1. (UFPR) Os nitrotoluenos são compostos intermediários importantes na produção de explosivos. Os mono-nitrotoluenos podem ser obtidos simultaneamente, a partir do benzeno, através da seguinte sequência de reações:



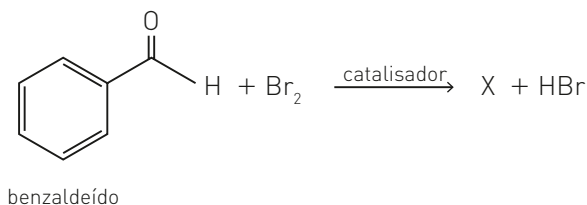
- Escreva o nome do composto A.
 - Escreva a fórmula estrutural do produto minoritário da reação II.
 - Identifique o tipo de isomeria plana presente nos três produtos orgânicos da reação II.
 - Qual é a função do $AlCl_3$ na reação I?
2. (UEG-GO) Ao contrário das reações de adição ao anel aromático, as reações de substituição aromática dos hidrogênios são fáceis. Uma delas é a nitração do benzeno que, na presença de ácido sulfúrico concentrado, pode gerar diversos produtos. Tendo como base a teoria da dirigência nos aromáticos, responda aos itens que seguem.
- Equacione a reação de nitração do metilbenzeno, apresentando os produtos majoritários.
 - Dê o nome IUPAC para os produtos formados acima.
3. (Unifesp-SP) Na indústria química, aldeídos e cetonas são empregados como solventes e matérias-primas para síntese de outros produtos orgânicos. Algumas substâncias dessas classes de compostos apresentam odores bastante agradáveis, sendo usadas em perfumaria e como agentes aromatizantes em alimentos. Dentre elas, há a acetofenona, com odor de pistache, e o benzaldeído, com odor de amêndoas.

Dadas as reações:

- I. Formação de uma imina com 80% de rendimento de reação.



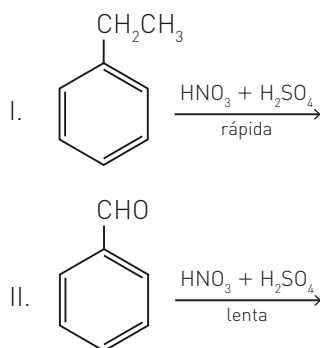
- II. Formação de um único produto orgânico X na reação de bromação.



- Determine a massa de imina produzida a partir de 1 mol de acetofenona.
- Dê a fórmula estrutural do composto orgânico X, sabendo-se que a reação é de substituição aromática.

4. (Ufes) A reação de substituição eletrofílica aromática é uma importante ferramenta para a síntese de diversas substâncias, sendo muito utilizada em indústrias. As reações desse tipo, mais comuns e importantes, são: halogenação, nitração, alquilação de Friedel-Crafts, sulfonação e acilação de Friedel-Crafts.

- a) Escreva a estrutura do produto principal da reação de acilação do benzeno pelo cloreto de etanoíla na presença de tricloreto de alumínio.
- b) A reatividade e a orientação da reação de substituição eletrofílica aromática estão diretamente associadas aos grupos já presentes no anel aromático. Considerando as reações I e II mostradas abaixo, escreva as estruturas dos produtos principais formados em cada reação e explique a diferença de reatividade apresentada (rápida/lenta).

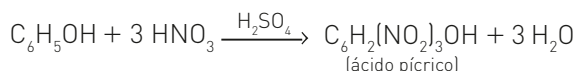


5. (Udesc-SC) O desenvolvimento de novos explosivos mais potentes passa pela tentativa de se buscarem compostos mais estáveis, maleáveis e que tenham resistência ao calor, mas que, quando submetidos a alguma força externa, possam se decompor rapidamente e provocar uma rápida expansão dos gases quentes de poder destrutivo. Os explosivos tradicionais, como o TNT (trinitrotolueno), já foram substituídos por outros mais eficientes e, por consequência, mais destrutivos.

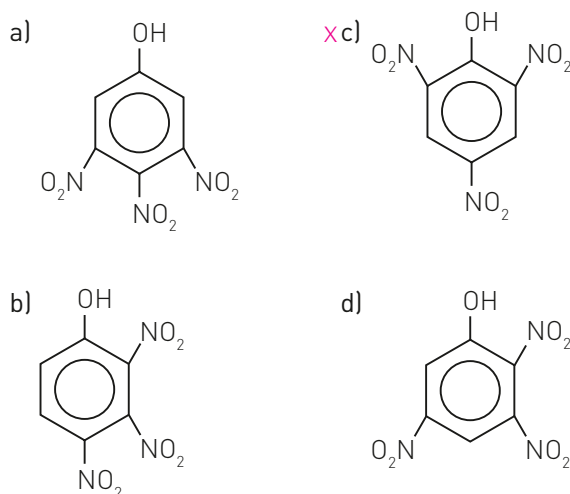
- a) Escreva a reação de síntese do TNT a partir do tolueno e do ácido nítrico.
- b) Se ao invés de partir do tolueno, a reação tivesse sido iniciada pelo nitrobenzeno e, em seguida, fosse feita uma alquilação, o produto seria o TNT?

6. (UFRN) Tiago, ao queimar a mão fazendo café, aplicou, na região afetada, uma pomada de cor amarela intensa à base de ácido pícrico. Por curiosidade, o rapaz procurou conhecer um pouco mais

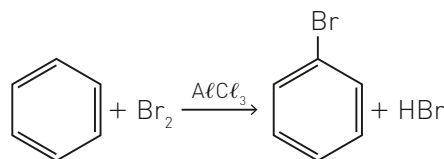
sobre essa substância medicamentosa. Em uma enciclopédia, encontrou que o ácido pícrico é um derivado fenólico trissubstituído obtido a partir da reação de fenol (C_6H_5OH) com o ácido nítrico (HNO_3), em presença de ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado, cuja reação de obtenção estava expressa por:



Considerando o efeito de orientação dos grupos hidroxila ($-OH$) e nitro ($-NO_2$) sobre o anel aromático na reação de nitração total, pode-se afirmar que, entre os isômeros a seguir, a fórmula estrutural correta do ácido pícrico é:

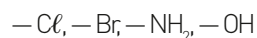


7. (PUC-SP) Em condições reacionais apropriadas, o benzeno sofre reação de substituição.



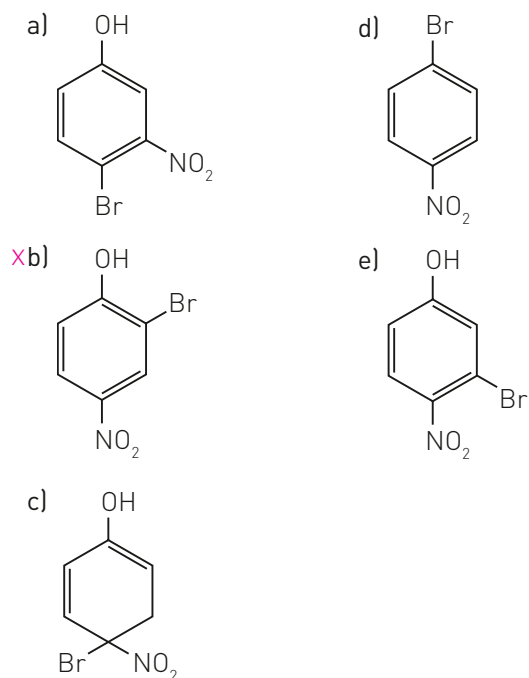
Grupos ligados ao anel benzênico interferem na sua reatividade. Alguns grupos tornam as posições *orto* e *para* mais reativas para reações de substituição e são chamados *orto* e *para* dirigentes, enquanto outros grupos tornam a posição *meta* mais reativa, sendo chamados de *meta* dirigentes.

Grupos *orto* e *para* dirigentes:



Grupos *meta* dirigentes: $-NO_2, -COOH, -SO_3H$

Considerando as informações acima, o principal produto da reação do 4-nitrofenol com bromo (Br_2) na presença do catalisador AlCl_3 é:



8. (UFPE) Dissolveu-se 1,0 g de fenol em 1 mL de água, dentro de um tubo de ensaio. Em seguida, resfriou-se a solução com um banho de gelo. Depois, gota a gota, adicionaram-se 6,0 mL de uma solução gelada de ácido nítrico aquoso (1:1) e transferiu-se a mistura reacional para um erlenmeyer contendo 20,0 mL de água. Os dois produtos isoméricos, de fórmula $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_3$, dessa reação foram extraídos com diclorometano em um funil de separação e, posteriormente, purificados.

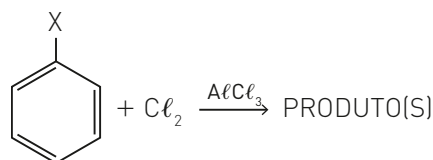
Adaptado de IMAMURA, Paulo M.; BAPTISTELLA, Lúcia H. B. Nitração do fenol, um método em escala semimicro para a disciplina prática de 4 horas. *Quím. Nova*, 23, 2, 270-272, 2000. Em relação ao experimento relatado acima, é correto afirmar que:

- a) um dos produtos da reação é um álcool saturado.
- x b)** os isômeros produzidos são o o-nitrofenol e o p-nitrofenol.
- c) os produtos da reação são enantiômeros, contendo anel benzênico.
- d) dois isômeros geométricos *cis-trans* são produzidos nessa síntese.
- e) cada um dos isômeros produzidos possui uma ligação amida em sua estrutura.
9. (UFMA) Hidrocarbonetos aromáticos são os que possuem um ou mais anéis benzênicos. Os primeiros foram encontrados em cascas de árvores, no óleo de baleia e, posteriormente, nos destilados

da hulha ou carvão mineral. Receberam o nome de aromáticos devido ao seu odor agradável. Atualmente essa família é tão numerosa e importante que praticamente existe uma "Química totalmente dos aromáticos", vinculada diretamente à Química Orgânica. Normalmente apresentam nomes especiais; o mais simples deles é o benzeno, que é a estrutura fundamental de toda a família aromática. O benzeno pode sofrer mais de uma substituição. A primeira substituição ocorre normalmente, com a entrada de eletrófilo no lugar de qualquer um dos hidrogênios do anel, já que são equivalentes. No entanto, uma segunda substituição dependerá do radical já existente, que então irá orientar a entrada do próximo grupo no anel. Qual o produto de uma alquilação do benzeno com CH_3Cl seguido de uma nitração?

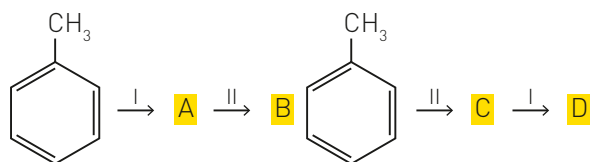
- a) m-etil-amino-benzeno.
- b) m-metil-nitro-benzeno.
- c) o-etil-nitro-benzeno.
- x d)** p-metil-nitro-benzeno.
- e) Ácido p-nitro-benzoico.

10. (UEM-PR) O esquema a seguir representa a reação de monocloração de um anel benzênico que contém um substituinte X. A esse respeito, assinale o que for *correto*.



- F01) Quando $\text{X} = \text{H}$, não ocorre reação.
- v02)** Quando $\text{X} = \text{OH}$, obtém-se o-clorofenol e p-clorofenol como produtos principais.
- v04)** Quando $\text{X} = \text{COOH}$, o produto principal terá o cloro em posição meta.
- v08)** Em condições iguais, a reação é mais rápida quando $\text{X} = \text{OH}$ do que quando $\text{X} = \text{COOH}$.
- v16)** O AlCl_3 é um ácido de Lewis, utilizado como catalisador na reação.

11. (UFPR) A ordem dos reagentes é um fator determinante para se obter o produto desejado. Um exemplo disso é a reação do tolueno com os reagentes I e II, nas sequências mostradas abaixo.



Considerando que os reagentes na operação I são $\text{HNO}_3 / \text{H}_2\text{SO}_4$; e que os reagentes na operação II são $\text{KMnO}_4 / \text{OH}^- / \text{calor}$, em seguida H_2O , identifique a alternativa correta.

- ☒ a) Os produtos em B são ácido o-nitrobenzoico e ácido p-nitrobenzoico; o produto em D é o ácido m-nitrobenzoico.
- b) Os produtos B e D são iguais.
- c) Os produtos em B são ácido o-nitrobenzoico e ácido p-nitrobenzoico; o produto em D é o m-nitrotolueno.
- d) Os produtos em B são o-nitrotolueno e p-nitrotolueno; o produto em D é o m-nitrotolueno.
- e) O produto em B é o ácido m-nitrobenzoico; os produtos em D são ácido o-nitrobenzoico e ácido p-nitrobenzoico.

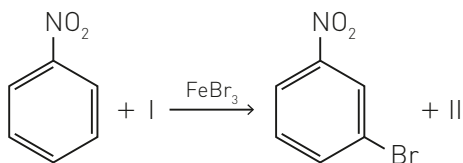
12. (PUC-PR) A monocloração do nitrobenzeno produz:

- a) o-cloronitrobenzeno.
- ☒ b) m-cloronitrobenzeno.
- c) p-cloronitrobenzeno.
- d) uma mistura equimolecular de o-cloronitrobenzeno e p-cloronitrobenzeno.
- e) clorobenzeno.

13. (UFFRJ) O anel benzênico pode sofrer reação de substituição eletrofílica aromática com cloro e gerar clorobenzeno, e a subsequente cloração desse produto leva à formação de três isômeros dissustituídos. Com base nessas informações:

- a) represente a fórmula estrutural dos isômeros;
- b) aponte os isômeros polares;
- c) mencione os produtos principais da segunda reação.

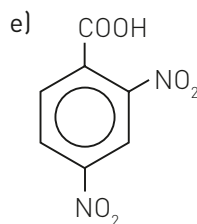
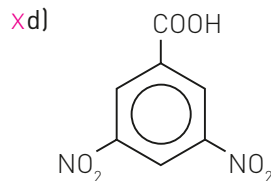
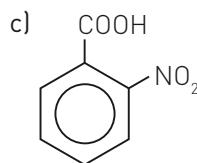
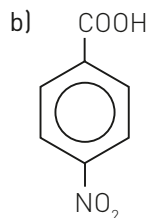
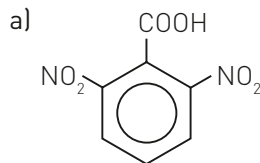
14. (UFV-MG) Substâncias que apresentam anéis benzênicos em suas estruturas podem sofrer reações de substituição eletrofílica, conforme o exemplo abaixo, onde o FeBr_3 atua como catalisador:



Dentre as opções abaixo, assinale aquela que corresponde aos compostos I e II:

- a) I = Br_2 e II = FeBr_3
- b) I = NaBr e II = NaH
- c) I = HBr e II = H_2
- d) I = HBr e II = H^+
- ☒ e) I = Br_2 e II = HBr

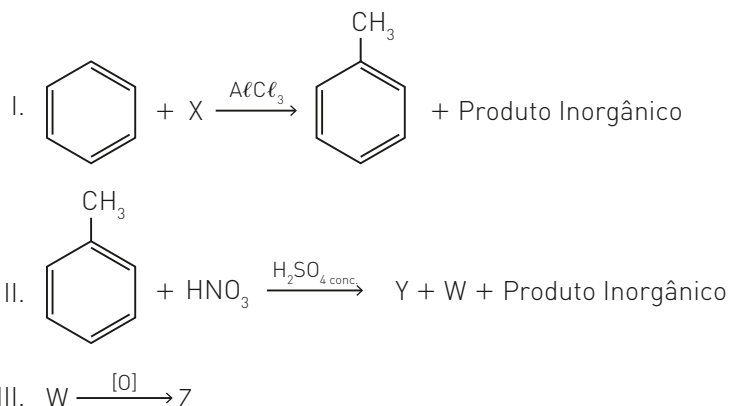
15. (UFPB) Na reação de um mol de ácido benzoico com dois mols de ácido nítrico, na presença de ácido sulfúrico, forma-se



16. (ITA-SP) A reação do benzeno com cloreto de metila, catalisada por cloreto de alumínio, forma um produto orgânico X.

- a) Escreva, utilizando fórmulas estruturais, a equação química que representa a síntese de TNT (trinitrotolueno) a partir do produto X incluindo as condições experimentais de síntese.
- b) Escreva o nome sistemático, segundo a IUPAC, do isômero mais estável do TNT.
- c) Sabendo que a sensibilidade à fricção e ao impacto do TNT está relacionada à presença de diferentes distâncias intermoleculares no sólido, em que condições a sensibilidade do TNT é minimizada?

17. (UPM-SP) Durante a síntese química do composto orgânico Z, adotou-se a seguinte rota sintética:



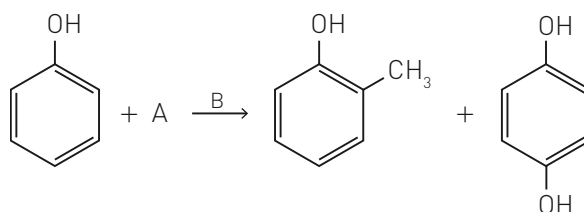
Após a realização da síntese, pode-se afirmar que X, Y, W e Z são, respectivamente,

- a) cloreto de metanoíla, p-nitrotolueno, o-nitrotolueno e ácido p-nitrobenzoico.
- b) cloreto de metila, o-aminotolueno, m-aminotolueno e m-aminobenzaldeído.
- c) cloreto de metila, o-aminotolueno, p-aminotolueno e ácido p-aminobenzoico.
- d) cloreto de metanoíla, o-nitrotolueno, m-nitrotolueno e m-nitrobenzaldeído.
- x e) cloreto de metila, o-nitrotolueno, p-nitrotolueno e ácido p-nitrobenzoico.

18. (UFJF/PISM-MG) Existe uma nítida diferença de sabor dos peixes provenientes de água doce quando comparados aos peixes de água salgada. Esta diferença de sabor, marinado ou iodado dos peixes de água salgada, especialmente os criados em ambientes marinhos, se dá devido à presença dos compostos aromáticos 2-bromofenol e o 4-bromofenol presentes na dieta.

Fonte: Disponível em: http://quimicanova.s bq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=1732. Acesso em: 26/out/2016.

- a) Escreva a equação química para a formação do 2-bromofenol e do 4-bromofenol a partir do fenol e Br_2 , na presença de $FeBr_3$.
- b) O fenol é matéria-prima para a produção de outros fenóis usados como antissépticos, fungicidas e desinfetantes. Complete a sequência de reações que mostra a produção de 2-metilfenol e 4-metilfenol, indicando as substâncias A e B. Discuta a função de B na reação.



- c) O fenol também pode ser usado na produção do 4-nitrofenol. Este composto pode ser usado como indicador de pH, pois ele é amarelo em pH acima de 7 e incolor em pH abaixo de 6. Qual a cor do indicador na presença da água dos reservatórios 1 e 2 usados na piscicultura?
 - Reservatório 1: $[OH^-] = 10^{-6} \text{ mol} \cdot L^{-1}$
 - Reservatório 2: $[H_3O^+] = 5 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot L^{-1}$

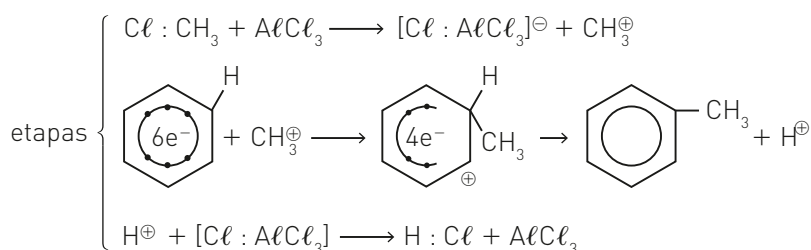
19. (Uerj) O m-cloronitrobenzeno é utilizado como matéria-prima para fabricação de antioxidantes na produção de borrachas. Em laboratório, esse composto pode ser sintetizado a partir do benzeno através de uma sequência de duas reações químicas.

Utilizando as fórmulas estruturais, apresente a sequência de reações envolvidas na obtenção do m-cloronitrobenzeno. Apresente, também, as fórmulas estruturais dos isômeros planos de posição desse composto.

Mecanismo de reações orgânicas

Halogenação de alcanos

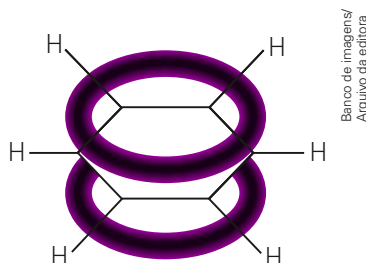
As reações de halogenação dos alcanos que ocorrem apenas na presença de luz ou de calor podem ser explicadas por um mecanismo denominado reação por **radicais livres**. Esses radicais são obtidos por uma cisão homolítica. Genericamente, temos:



O radical $X\cdot$ originado na terceira etapa vai interagir com outra molécula do hidrocarboneto RH , como o ocorrido na segunda etapa, originando o radical $R\cdot$, que, por sua vez, atacará outra molécula do halogênio $X-X$, originando outro radical $X\cdot$. Assim, o processo se repete em uma reação em cadeia.

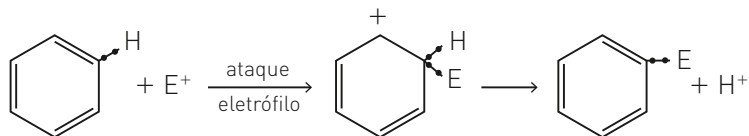
Substituição eletrófila em aromáticos

O benzeno e outros aromáticos apresentam como característica uma nuvem eletrônica deslocalizada em razão do fenômeno da ressonância:



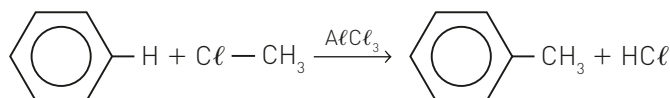
Perceba que o anel está recoberto por duas regiões de alta densidade eletrônica, ou seja, duas nuvens negativas.

Assim, nas reações de substituição, o anel benzênico somente poderá ser atacado por grupos que apresentem cargas positivas, denominados **reagentes eletrófilos** (do grego *philos* = amigo). Genericamente, temos:



Veja um exemplo:

Alquilação:



Dirigência

O mecanismo da dirigência está associado às formas canônicas de ressonância e aos efeitos indutivo e mesomérico, que são estudados em nível superior.

Como consequência desses dois efeitos, os grupos ligados ao anel benzênico são classificados em:

Grupos ativadores do anel benzênico

Esses grupos aumentam a densidade eletrônica do anel, o que favorece a substituição eletrófila nas posições **orto** e **para**.

Os grupos ativadores do anel são os ortoparadirigentes: —NH_2 , —OH , —O—CH_3 , grupos alquila (R—) e halogênios.

Grupos desativadores do anel benzênico

Os grupos desativadores do anel benzênico favorecem a substituição eletrófila na posição meta e, por esse motivo, são chamados de metadirigentes.

Os metadirigentes mais comuns são:

—NO_2 , $\text{—SO}_3\text{H}$, —COOH , —CHO e $\text{—C}\equiv\text{N}$.

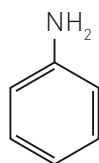
Uma sistematização para a dirigência

Como já vimos:

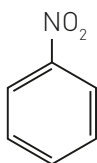
- 1) O grupo que vai interagir com o núcleo benzênico sempre apresenta carga positiva.
- 2) O primeiro substituinte do anel (átomo ou grupo de átomos) vai orientar a segunda substituição.

Essa orientação pode ser explicada, de modo simplificado, pela polarização produzida pelo deslocamento das duplas-ligações.

Veja alguns exemplos:

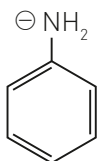


fenilamina

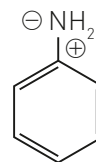


nitrobenzeno

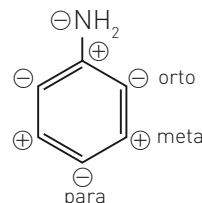
Na fenilamina, como a eletronegatividade do nitrogênio é maior que a dos átomos a ele ligados diretamente (hidrogênios), ele apresentará certa carga negativa.



Como consequência, o átomo de carbono ligado ao nitrogênio apresentará carga positiva.

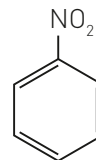


Todos os outros carbonos do anel vão apresentar cargas alternadas: $\oplus, \ominus, \oplus, \ominus, \dots$

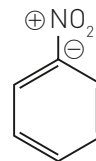


Assim, o segundo substituinte, que apresenta carga positiva, pode atacar preferencialmente as posições orto e para. O grupo —NH_2 é chamado de ortoparadirigente.

Vamos aplicar o mesmo raciocínio para o nitrobenzeno:

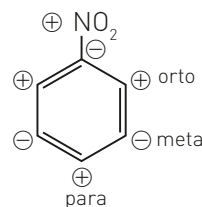


Os átomos de oxigênio ligados ao nitrogênio apresentam maior eletronegatividade que ele; portanto, o nitrogênio apresenta carga positiva, e o carbono ligado diretamente a ele tem carga negativa.



Os outros carbonos irão apresentar cargas alternadas: $\oplus, \ominus, \oplus, \ominus, \dots$

Assim, a segunda substituição ocorrerá preferencialmente na posição meta. O grupo —NO_2 é chamado de metadirigente.

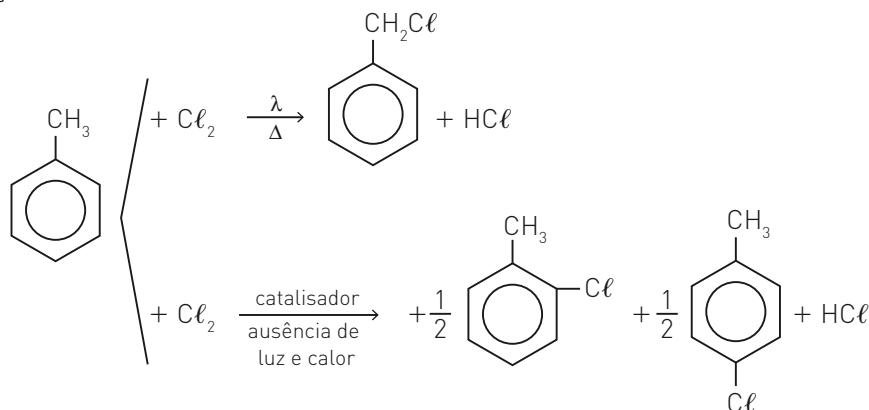


Substituições no tolueno

O tolueno, como outros alquilbenzenos, apresenta reações características tanto dos alcanos como dos aromáticos.

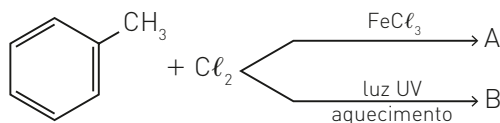
Por exemplo, a cloração do tolueno produz compostos diferentes, dependendo das condições.

Veja:

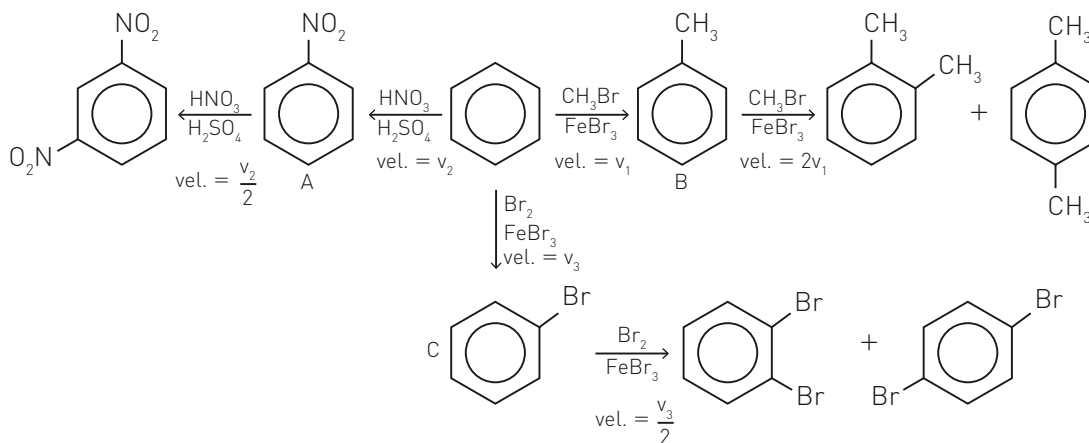


Exercícios

1. (UFJF-MG) Indique qual das alternativas representa, respectivamente, o nome dos produtos A e B formados a partir das reações de cloração descritas a seguir:



- a) Cloreto de benzila e ácido benzoico.
 b) Ácido benzoico e 2-clorometilbenzeno.
 x c) 2-clorometilbenzeno e cloreto de benzila.
 d) 3-clorometilbenzeno e tolueno.
 e) Tolueno e 2-clorometilbenzeno.
2. (UFG-GO) Considere as equações químicas a seguir:

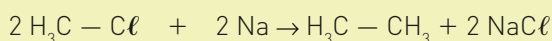
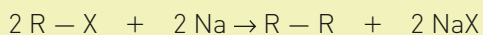


- a) Classifique o grupo substituinte do anel aromático nas substâncias A, B e C, de acordo com sua influência sobre a reatividade e a orientação de substituição.
 b) Cite outro grupo que apresente influência sobre a reatividade do anel, semelhante à apresentada pelos presentes em A e B.

Métodos de obtenção de alcanos

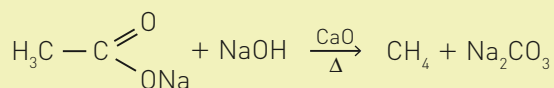
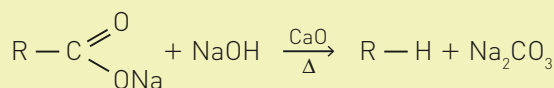
• Reação de Wurtz

É a reação que ocorre entre haleto orgânico e sódio metálico.



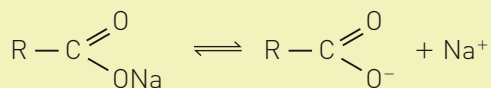
• Reação de Dumas

Consiste no aquecimento de sais de sódio de ácidos carboxílicos na presença de cal sodada (NaOH + CaO), tendo como produto um carbonato de sódio e um alcano.

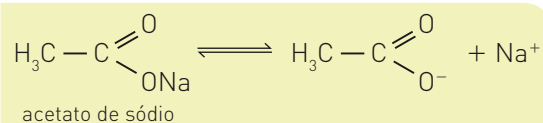


• Síntese de Kolbe

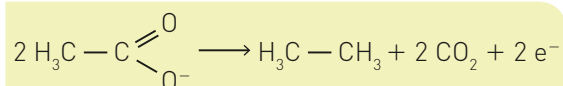
Trata-se de eletrólise em meio aquoso de sais de ácido carboxílico.



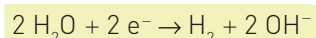
Para o acetato em meio aquoso, temos:



No ânodo ocorre a descarga do acetato, segundo a equação:

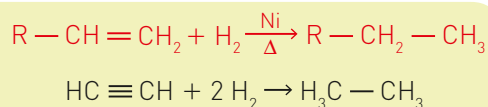


No cátodo ocorre a descarga da água, segundo a equação:



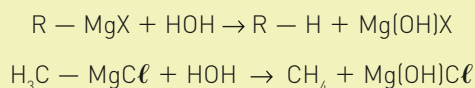
• Método de Sabatier-Senderens

Consiste na hidrogenação, ou seja, uma adição de hidrogênio a uma cadeia insaturada de alquenos e alquinos.



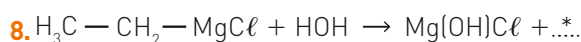
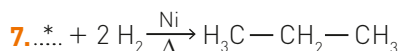
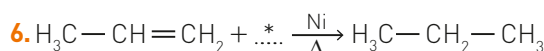
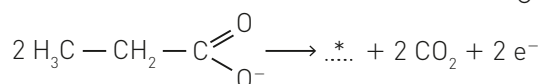
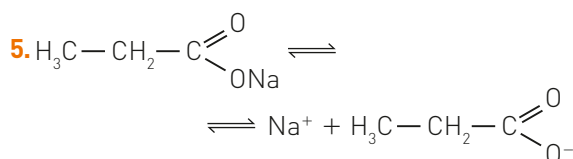
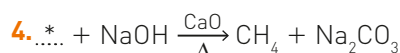
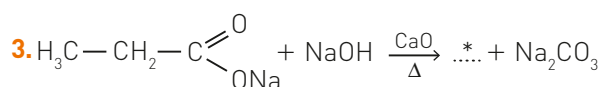
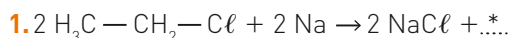
• Compostos de Grignard e água

Consiste na hidratação de compostos de Grignard (R - MgX).



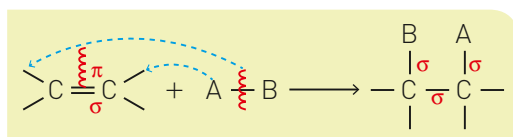
Exercícios

Copie as equações em seu caderno, completando-as.



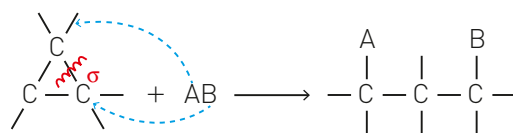
Reações de adição

As reações de adição são caracterizadas pela quebra de ligações entre carbonos. Nos hidrocarbonetos insaturados, ocorrerá a quebra da ligação mais fraca entre carbonos (ligações do tipo π) e a formação de duas ligações sigma (σ).



Os hidrocarbonetos das classes alquenos, alquinos e dienos apresentam, como reações características, as **reações de adição**.

Os ciclanos de três ou quatro carbonos, por apresentarem anéis instáveis, também sofrem esse tipo de reação, devido à quebra de uma ligação sigma (σ) entre carbonos do anel, originando compostos de cadeia aberta.



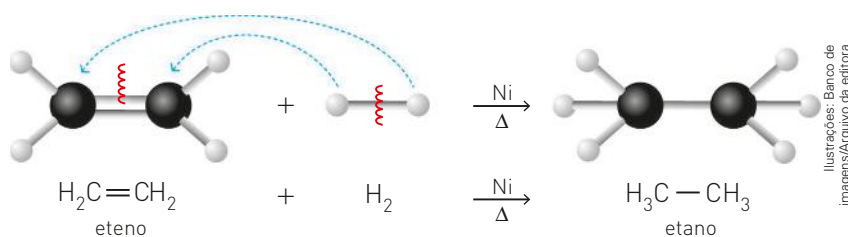
Thinkstock/Getty Images

Muitos polímeros, como o polipropileno, usado para produzir objetos moldados, são obtidos por meio de reações de adição.

Hidrogenação catalítica

Essa reação ocorre entre os hidrocarbonetos alquenos, alquinos, dienos e cicloalcanos com três ou quatro carbonos e o gás hidrogênio na presença de catalisadores metálicos apropriados, como níquel (Ni), platina (Pt) ou paládio (Pd). Veja a seguir algumas dessas reações.

Hidrogenação do eteno



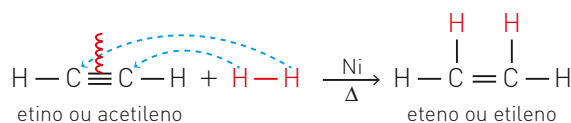
Ilustrações: Banco de imagens/Arquivo da editora

Nessa reação, a hidrogenação completa de 1 mol de alqueno consome 1 mol de gás hidrogênio, produzindo 1 mol de alcano.

Hidrogenação do etino ou acetileno

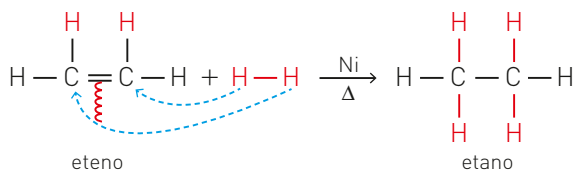
A hidrogenação completa do etino ocorre em duas etapas:

1ª etapa

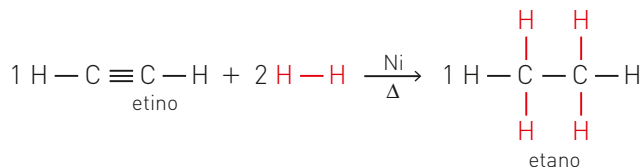


Essa etapa consiste na reação de 1 mol de alquino com 1 mol de gás hidrogênio, ocorrendo a quebra de uma ligação π por molécula de alquino, que origina 1 mol de alqueno.

2ª etapa

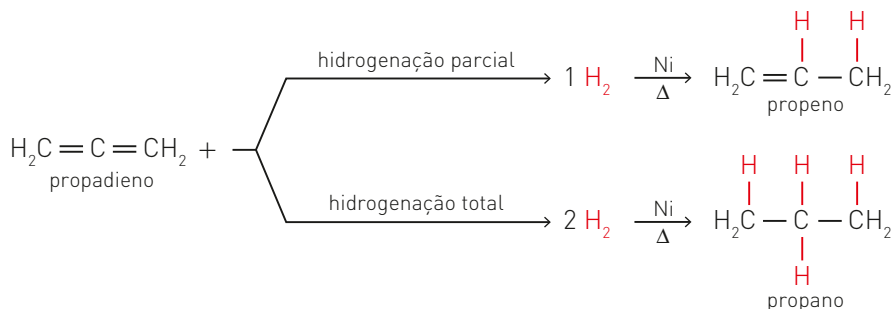


Nessa etapa, 1 mol do alqueno produzido na primeira etapa consome 1 mol de gás hidrogênio, originando 1 mol de alcano. Assim, a hidrogenação completa de 1 mol de alquino consome 2 mol de H_2 , originando 1 mol de alcano. Pode ser representada por:

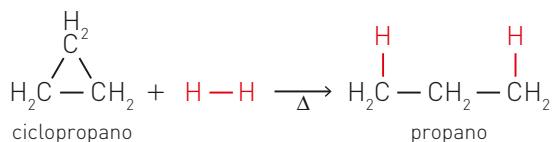


Hidrogenação do propadieno

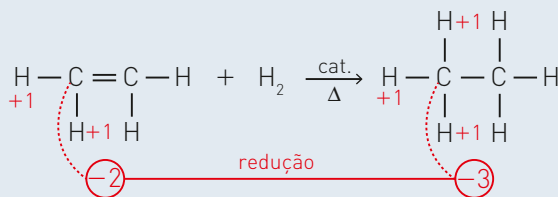
Como o dieno apresenta duas ligações π por molécula, sua hidrogenação parcial produz um alqueno, enquanto sua hidrogenação total produz um alcano:



Hidrogenação do ciclopropano



As reações de hidrogenação são também denominadas **reações de redução**, pois o Nox do carbono envolvido na reação diminui:

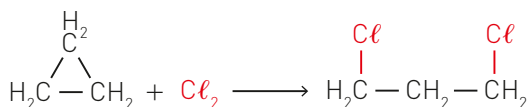
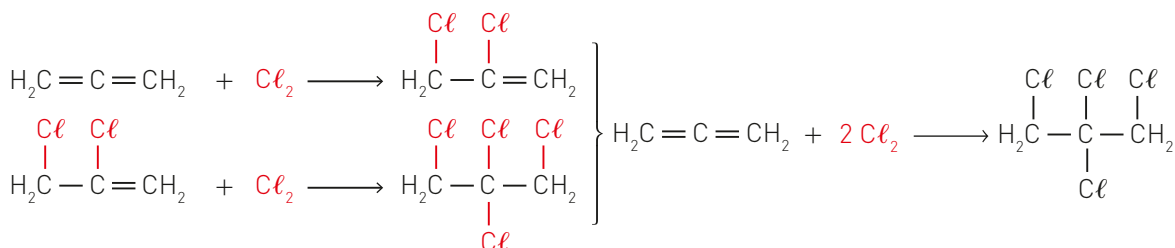
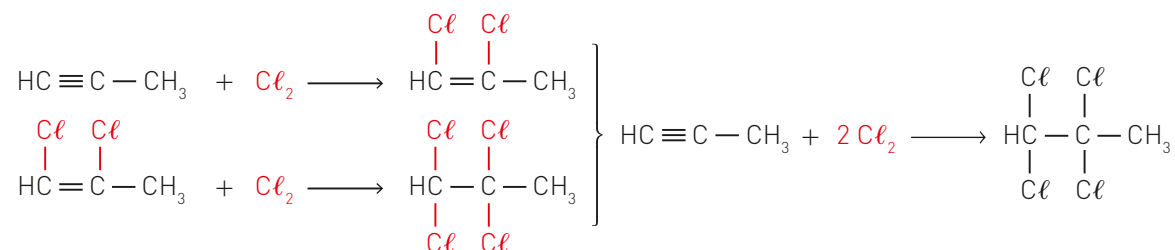
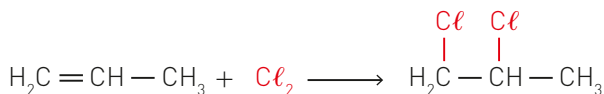


A hidrogenação de óleos vegetais produz margarinas.

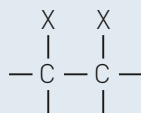
Halogenação

Adição de X₂

A halogenação por adição de X₂ ocorre entre os hidrocarbonetos cicloalcanos (com 3 ou 4 carbonos), alquenos, alquinos e dienos e as substâncias simples dos halogênios (F₂, Cl₂, Br₂ e I₂), de modo semelhante à hidrogenação. Observe alguns exemplos:

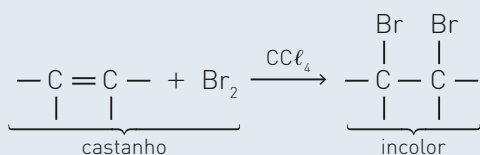


Na reação de 1 mol de X₂ (halogênio) com 1 mol de alquenos, alquinos e alguns dienos, teremos como produto 1 mol de um **di-haleto vicinal**, o que significa que os dois átomos do halogênio estão ligados a carbonos vizinhos:

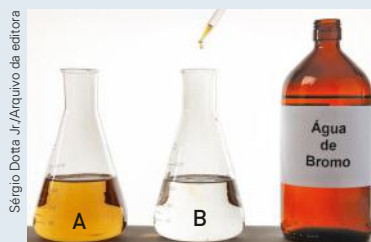


O produto da reação de adição de 1 mol de halogênio com 1 mol de ciclano é classificado como **di-haleto isolado**: $\begin{array}{c} \text{X} \quad \text{X} \\ | \quad | \\ -\text{C}-(\text{CH}_2)_n-\text{C}- \\ | \quad | \end{array}$ em que n é maior que ou igual a 1.

O teste mais comum para verificar se uma cadeia alifática é insaturada consiste na reação com água de bromo [Br₂(aq)] ou uma solução de bromo em tetracloreto de carbono (Br₂/CCl₄), soluções que apresentam uma coloração castanha. Se a cadeia for insaturada, nota-se uma descoloração pelo consumo do bromo (Br₂):



Nessas condições, essa reação não ocorre com cadeias saturadas.

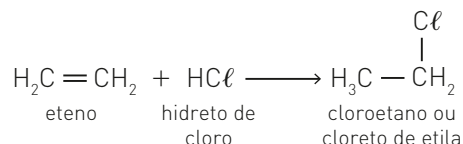


/// A água de bromo contida na pipeta, de cor castanha, não reagiu com o alceno contido no frasco A. No entanto, ao ser adicionada ao alceno contido no frasco B, reagiu, sofrendo uma descoloração.

Adição de HX

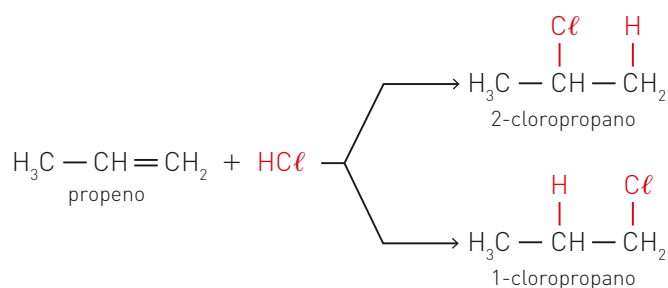
Essa reação de adição ocorre entre os hidrocarbonetos alquenos, alquinos, dienos e cicloalcanos (com 3 ou 4 carbonos) e os hidretos dos halogênios (HCl, HBr, HI). Observe alguns exemplos.

Adição de HCl ao eteno



Como a molécula do eteno é simétrica, nessa reação obteremos um único produto.

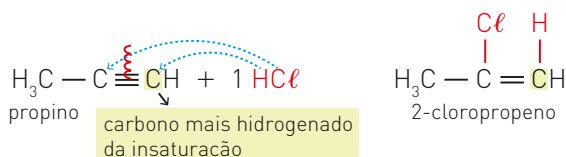
Quando se considera um hidrocarboneto insaturado assimétrico, tem-se, teoricamente, a possibilidade de formação de dois produtos diferentes:



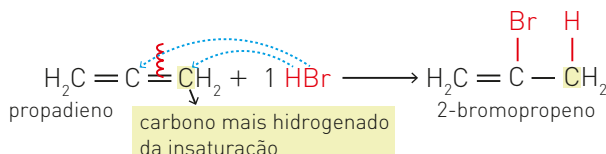
Regra de Markovnikov: em uma reação de adição, o hidrogênio do HX adiciona-se ao carbono da dupla ou tripla ligação mais hidrogenado.

Na prática, só se obtém a formação do 2-cloropropano, pois o 1-cloropropano não ocorre ou ocorre em quantidades desprezíveis. Esse fato foi observado pela primeira vez em 1868 pelo químico russo Vladimir Vasilyevich Markovnikov (1838-1904), que, mesmo sem conhecer o mecanismo da reação, formulou uma regra empírica que permite prever em qual carbono da molécula do hidrocarboneto ocorre a adição do hidrogênio proveniente do HX.

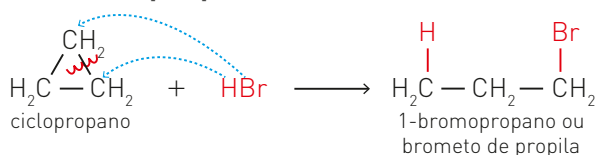
Adição de 1 mol de HCl a 1 mol de propino



Adição de 1 mol de HBr a 1 mol de propadieno



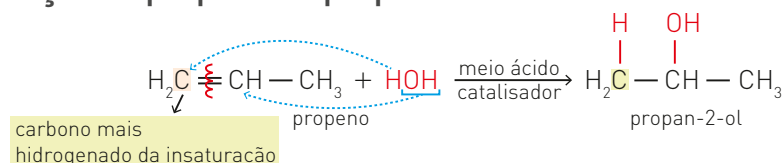
Adição de HBr ao ciclopropano



Hidratação de alquenos e alquinos

Essas reações consistem na adição de água (H_2O ou HOH), na presença de catalisadores e em meio ácido, aos hidrocarbonetos alquenos e alquinos e também obedecem à regra de Markovnikov. Assim, nas reações de hidratação desses compostos, um hidrogênio (H) proveniente da água adiciona-se ao carbono mais hidrogenado da insaturação, enquanto o grupo hidroxila (OH) se adiciona ao outro carbono da insaturação.

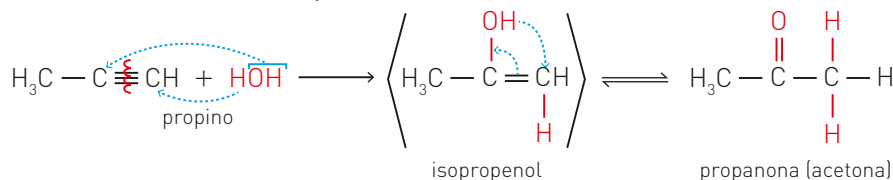
Hidratação do propeno ou propileno



Essa reação pode ser utilizada para a produção de álcoois.

Hidratação do propino

Essa reação ocorre entre 1 mol de água e 1 mol de alquino, gerando um enol, que é um composto instável. Por sua vez, o enol produz, espontaneamente, um aldeído ou uma cetona. Essa transformação recebe o nome de **tautomeria** (isomeria dinâmica).



Notação de composto X instável: $\langle X \rangle$

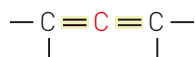
Se o grupo —OH presente no enol estiver situado em carbono secundário, haverá a formação de uma **cetona**; se o grupo —OH estiver situado em carbono primário, irá se formar um **aldeído**.

Outras reações de adição

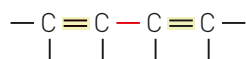
Dienos

Para facilitar o entendimento das reações de adição dos dienos (hidrocarbonetos alifáticos com duas duplas-ligações), inicialmente os classificaremos em função do posicionamento das duplas-ligações. Assim, temos:

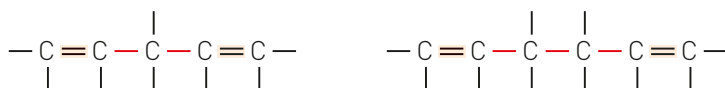
- **Dienos acumulados** — as duplas estão localizadas em um mesmo carbono:



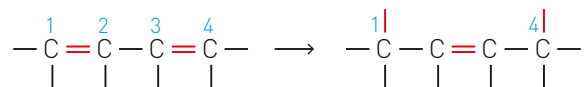
- **Dienos conjugados** — as duplas estão separadas por **uma** única simples ligação:



- **Dienos isolados** — as duplas estão separadas por **duas** ou mais simples ligações:



Nos dienos conjugados, por apresentarem em sua estrutura uma simples ligação entre as duplas, ocorre o fenômeno da ressonância:



o que provoca o aparecimento de valências livres nos carbonos 1 e 4, nos quais ocorrerá a adição. Devido a isso, essas reações são conhecidas por **reação de adição 1,4**, ocorrendo a altas temperaturas e na proporção de 1:1. Veja um exemplo.

$$1 \text{ H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + 1 \text{ Br}_2 \xrightarrow{\Delta} \begin{array}{c} \text{Br} \\ | \\ \text{H}_2\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2 \\ | \\ \text{Br} \end{array}$$

buta-1,3-dieno 1,4-dibromobut-2-eno

Aromáticos

Os aromáticos, devido à ressonância, normalmente fazem reações de substituição; porém, em condições enérgicas ou em condições especiais, eles podem fazer reações de adição. Veja os exemplos.

benzeno

ciclo-hexano [C₆H₁₂]

O BHC foi preparado a partir do benzeno pela primeira vez em 1825, mas somente em 1942 descobriu-se seu valor como inseticida. Atualmente, um dos estereoisômeros do BHC, comercializado com o nome de lindano, é utilizado em grande escala como substituto do DDT no combate a pragas e insetos, mas seu uso é controlado.

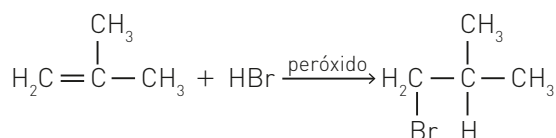
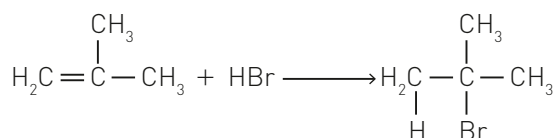
$$\text{benzene} + 3 \text{Cl}_2 \xrightarrow[\Delta]{\lambda \text{ cat.}} \text{1,2,3,4,5,6-hexachlorocyclohexane}$$

Delfim Martins/Pulsar Imagens



Exercícios resolvidos

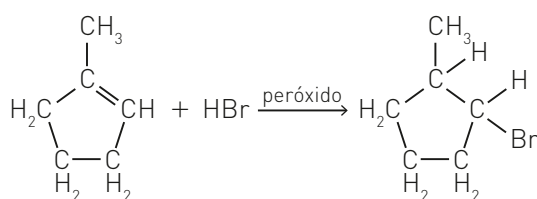
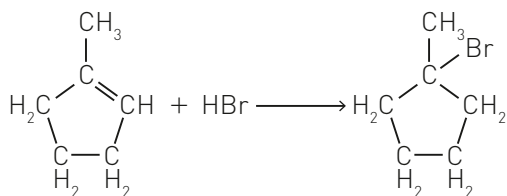
1. (Fuvest-SP) A adição de HBr a um alceno pode conduzir a produtos diferentes caso, nessa reação, seja empregado o alceno puro ou o alceno misturado a uma pequena quantidade de peróxido.



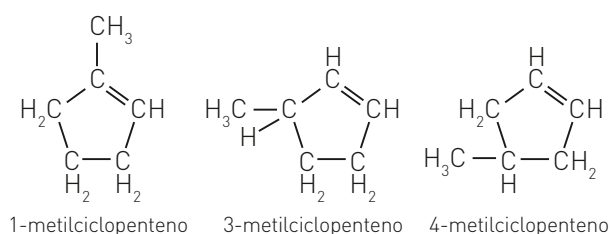
- a) O 1-metilciclopenteno reage com HBr de forma análoga. Escreva, empregando fórmulas estruturais, as equações que representam a adição de HBr a esse composto na presença e na ausência de peróxido.
- b) Dê as fórmulas estruturais dos metilciclopentenos isoméricos (isômeros de posição).
- c) Indique o metilciclopenteno do item *b* que forma, ao reagir com HBr, quer na presença, quer na ausência de peróxido, uma mistura de metilciclopentanos monobromados que são isômeros de posição. Justifique.

Solução

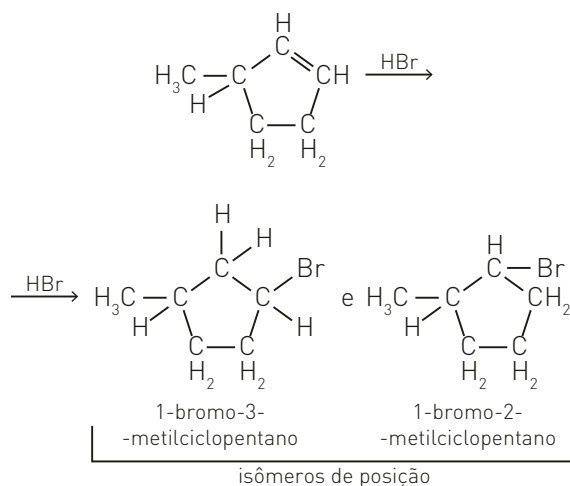
- a) As equações são as seguintes:



- b) As fórmulas estruturais dos compostos são:

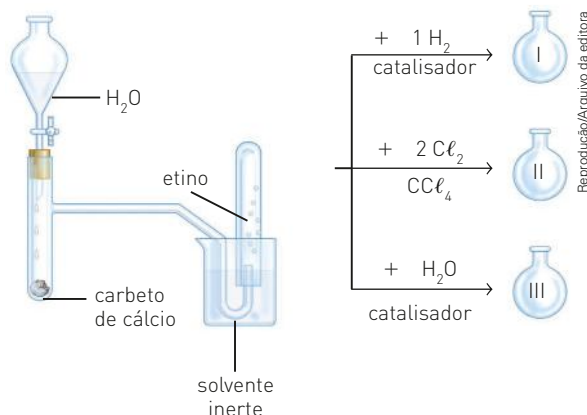


- c) O metilciclopenteno que, ao reagir com HBr, quer na presença, quer na ausência de peróxido, forma uma mistura de metilciclopentanos monobromados isômeros de posição é o 3-metilciclopenteno. Esse fato pode ser justificado pela equação a seguir:



A reação na presença de peróxido produzirá os mesmos isômeros de posição, porque os carbonos da dupla, em que ocorre a adição, são igualmente hidrogenados.

2. (UFU-MG) O acetileno (etino) é um gás inflamável, usado em soldas e na maturação artificial de frutas. Esse gás pode ser preparado conforme representado no esquema a seguir. Nesta reação, o carbeto de cálcio (carbureto), em contato com a água, reage imediatamente, produzindo gás acetileno e hidróxido de cálcio.



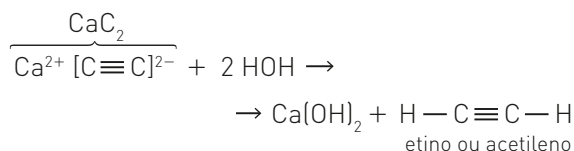
Em três reações distintas, conforme mostrado anteriormente, 1 mol de etino reagiu com 1 mol de H_2 ,

2 mol de Cl_2 e 1 mol de H_2O . As substâncias representadas pelos números I, II e III são, respectivamente:

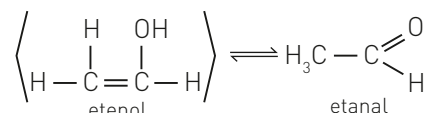
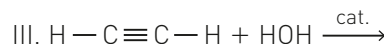
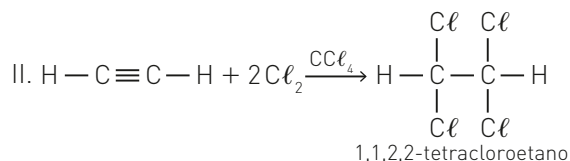
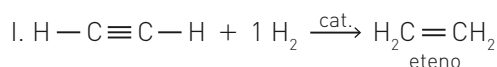
- etano, tetraclorometano, etanal.
- eteno, 1,1-dicloroeteno, etanol.
- eteno, 1,1,2,2-tetracloroetano e etanal.
- etano, 1,1,2,2-tetracloroetano, etanol.

Solução

A reação entre o carbeto de cálcio e a água produz hidróxido de cálcio e acetileno.



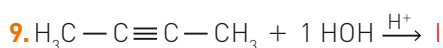
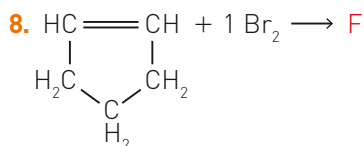
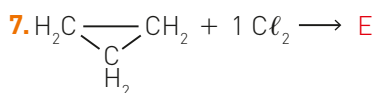
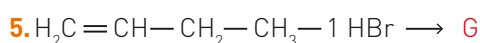
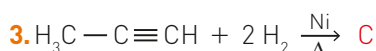
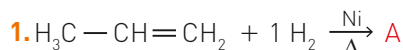
As reações mencionadas com o etino são de adição.



Alternativa c.

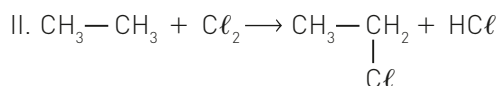
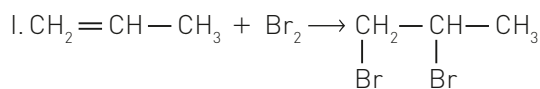
Fundamentando seus conhecimentos

Copie as reações a seguir em seu caderno, completando-as e indicando o nome do produto formado.



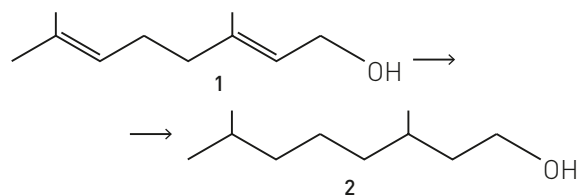
Desenvolvendo seus conhecimentos

1. (Udesc) Com relação às reações químicas I e II,



pode-se afirmar que são, respectivamente, reações de:

- oxidação e ácido-base. **xd)** adição e substituição.
 - substituição e adição. **e)** adição e ácido-base.
 - oxidação e adição.
2. (UFRGS-RS) Observe a reação a seguir, que representa a transformação do geraniol (composto 1), terpeno natural encontrado em plantas, no composto 2.



Com relação a essa reação, considere as seguintes afirmações.

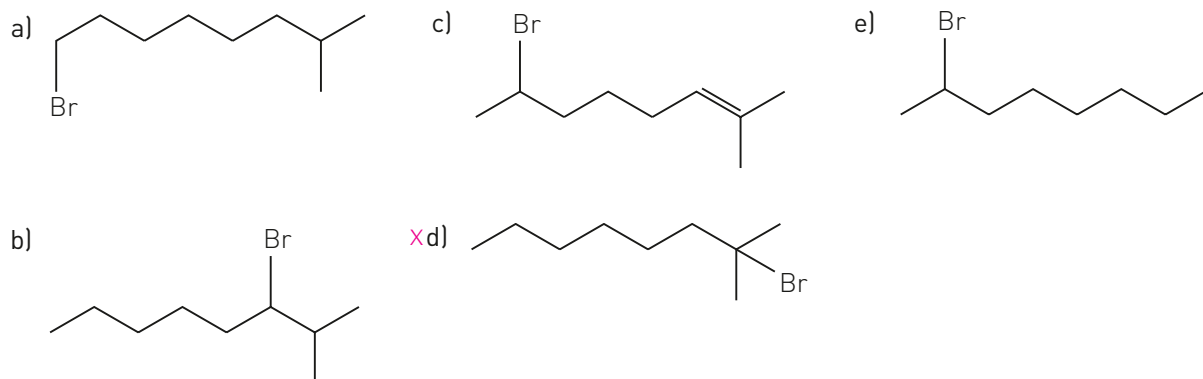
- Trata-se de uma reação de adição, onde são consumidos 2 mol de hidrogênio por mol de geraniol.
- O nome IUPAC do produto formado (composto 2) é 2,6-dimetil-8-octanol.
- O geraniol não apresenta isomeria geométrica.

Quais estão corretas?

- ☒ a) Apenas I. b) Apenas II. c) Apenas I e III. d) Apenas II e III. e) I, II e III.

3. (UFG-GO) “Na adição de haleto de hidrogênio a um alceno, o hidrogênio do haleto liga-se ao átomo de carbono mais hidrogenado.” V. V. Markovnikov, 1869.

Segundo essa afirmação, na adição de ácido bromídrico a 2-metil-2-octeno, o produto formado será:



4. (UFPE) Os alcenos podem reagir com várias substâncias, como mostrado ao lado, originando produtos exemplificados como B, C e D.

Sobre os alcenos e os produtos exemplificados, podemos afirmar que:

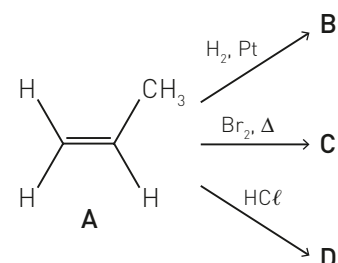
0-0) o alceno A descrito ao lado corresponde ao propeno.

1-1) o produto B da reação do reagente A com H_2 é o propeno.

☒ 2-2) o produto C da reação do reagente A com Br_2 é o 1,2-dibromopropano.

☒ 3-3) o produto D da reação do reagente A com HCl é o 2-cloropropano, pois segue a regra de Markovnikov.

☒ 4-4) todas as reações ao lado são classificadas como de adição.



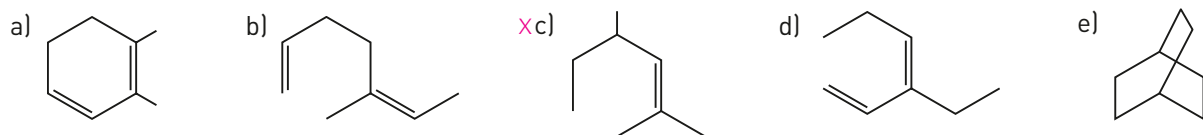
5. (UFMG) Uma substância apresentou as seguintes características:

I. Descora solução de Br_2 em CCl_4 .

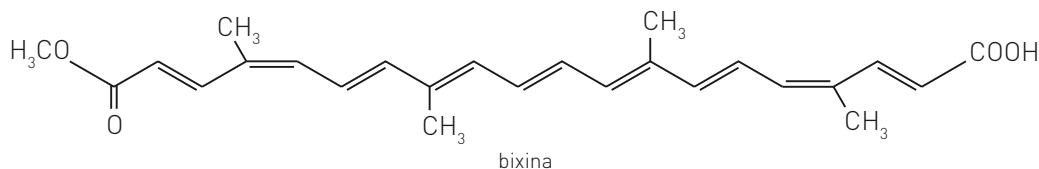
II. Absorve apenas 1 mol de H_2 quando submetida à reação de hidrogenação catalítica.

III. Pode apresentar isomeria óptica.

Uma fórmula estrutural possível para essa substância é:



6. (Unirio-RJ) Os índios Tamoios que habitavam a Capitania de São Vicente, mais tarde Capitania do Rio de Janeiro, já usavam o pigmento do urucum na pele como ornamento e como proteção contra picadas de insetos ou ainda contra queimaduras por exposição ao sol. Apesar desse antigo conhecimento, atualmente, o urucum é material patentado por uma companhia cosmética francesa, que detém os direitos de comercialização do pigmento.



Na medida em que a bixina é o principal constituinte da parte corante do urucum, responda:

O número de mol de hidrogênio que será gasto para hidrogenar a cadeia hidrocarbônica da bixina é igual a:

- a) 1. ☒ b) 9. c) 10. d) 11. e) 18.

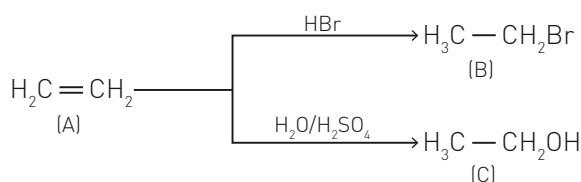
7. (UFRJ) Os alcenos, devido à presença de insaturação, são muito mais reativos do que os alcanos. Eles reagem, por exemplo, com haletos de hidrogênio, tornando-se assim compostos saturados.

- Classifique a reação entre um alceno e um haleto de hidrogênio.
- Apresente a fórmula estrutural do produto principal obtido pela reação do HCl com um alceno de fórmula molecular C_6H_{12} que possui um carbono quaternário.

8. (Unifesp) Muitos álcoois podem ser obtidos pela hidratação, catalisada por ácidos, de alcenos. Nessa reação de adição, o H da água se adiciona ao carbono que tem mais hidrogênios ligados a ele e o grupo hidroxila se liga ao carbono menos hydrogenado (regra de Markovnikov). Sabendo-se que os álcoois formados na hidratação de dois alcenos são respectivamente 2-metil-2-pentanol e 1-etilciclopentanol, quais os nomes dos alcenos correspondentes que lhes deram origem?

- 2-metil-2-penteno e 2-etilciclopenteno.
- 2-metil-2-penteno e 1-etilciclopenteno.
- 2-metil-3-penteno e 1-etilciclopenteno.
- 2-metil-1-penteno e 2-etilciclopenteno.
- 3-metil-2-penteno e 2-etilciclopenteno.

9. (UFSC) Observe as equações químicas do esquema a seguir, cujo reagente (A) é um composto orgânico muito importante na indústria química. Dentre suas várias aplicações, destacam-se sua utilização como agente responsável pelo amadurecimento de frutas e seu emprego na fabricação de polímeros.

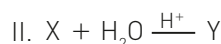
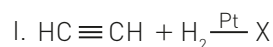


Assinale a(s) proposição(ões) *correta(s)*.

- O composto A pertence à função dos hidrocarbonetos de fórmula geral $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$.
- Os nomes IUPAC de B e C são, respectivamente, bromoetano e etanol.
- A obtenção de C ocorre a partir da reação de desidratação de A, catalisada por ácido sulfúrico.
- Os produtos B e C apresentam apenas átomos de carbono com hibridização sp^3 .
- O composto C é um isômero funcional do éter etoxietano.
- O nome IUPAC de A é eteno.

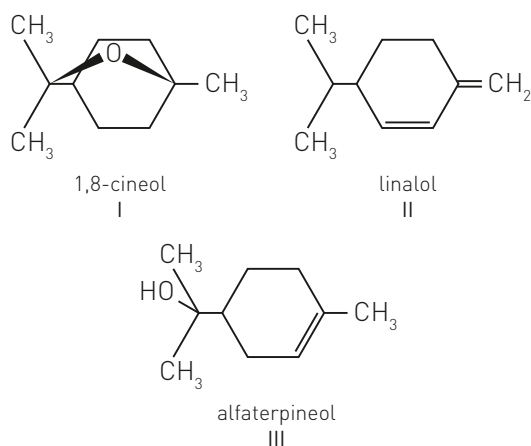
10. (UFRRJ) O gás acetileno (C_2H_2) é um dos compostos mais importantes da indústria química moderna pela versatilidade de aplicações encontradas a partir de reações químicas simples.

- Qual é o nome do composto obtido na sua trimerização? Justifique mostrando a reação química correspondente.
- O esquema a seguir representa a síntese de um importante composto, a partir do acetileno:



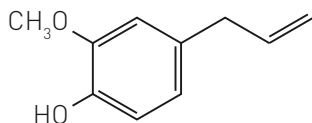
A partir do esquema dado, dê o nome do composto X e a função orgânica do composto Y.

11. (Vunesp-SP) O que ocorreu com a seringueira, no final do século XIX e início do XX, quando o látex era retirado das árvores nativas sem preocupação com o seu cultivo, ocorre hoje com o pau-rosa, árvore típica da Amazônia, de cuja casca se extrai um óleo rico em linalol, fixador de perfumes cobijado pela indústria de cosméticos. Diferente da seringueira, que explorada racionalmente pode produzir látex por décadas, a árvore do pau-rosa precisa ser abatida para a extração do óleo da casca. Para se obter 180 litros de essência de pau-rosa, são necessárias de quinze a vinte toneladas dessa madeira, o que equivale à derrubada de cerca de mil árvores. Além do linalol, outras substâncias constituem o óleo essencial de pau-rosa, entre elas:

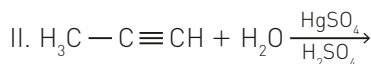
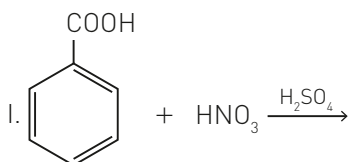


Considerando as fórmulas estruturais das substâncias I, II e III, classifique cada uma quanto à classe funcional a que pertencem. Represente a estrutura do produto da adição de 1 mol de água, em meio ácido, também conhecida como reação de hidratação, à substância alfaterpineol.

12. (UFRRJ) O cravo (*Syzygium aromaticum*) é uma planta usada como tempero há vários séculos, tendo motivado inúmeras viagens de navegadores europeus ao continente asiático. Desta planta extrai-se um óleo essencial que tem como componente majoritário o eugenol (mostrado abaixo).

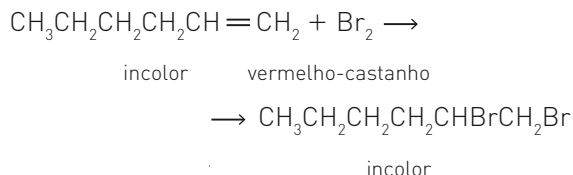


- a) Quando o eugenol reage com uma solução de Br_2 em CCl_4 (solução de coloração castanho-avermelhada), ocorre imediata descoloração da solução. Dê a estrutura do produto de adição formado nessa reação.
- b) Dê a estrutura do produto formado, quando o eugenol é tratado com uma solução aquosa de NaOH .
13. (UPM-SP) De acordo com as reações abaixo, que se realizam sob condições adequadas, os produtos orgânicos obtidos em I, II e III são, respectivamente,



- a) ácido orto-nitrobenzoico, propan-1-ol e bromo-ciclopropano.
- x** b) ácido meta-nitrobenzoico, propanona e 1,3-dibromo-propano.
- c) ácido para-nitro-benzoico, propanona e bromo-ciclopropano.
- d) ácido meta-aminobenzoico, propan-2-ol e bromo-ciclopropano.
- e) ácido meta-aminobenzoico, propanona e 1,3-dibromo-propano.
14. (Unifor-CE) Os alcenos sofrem reação de adição. Considere a reação do eteno com o ácido clorídrico (HCl) e assinale a alternativa que corresponde ao produto formado.
- a) CH_3CH_3 **x** d) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$
- b) $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ e) $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$
- c) ClCHCHCl

15. (UFRGS-RS) Um teste clássico para a identificação de alcenos é o descolorimento de uma solução de bromo. Bromo, que tem uma coloração vermelho-castanho, se adiciona à dupla-ligação formando um produto dibromado incolor, conforme mostra a equação abaixo.



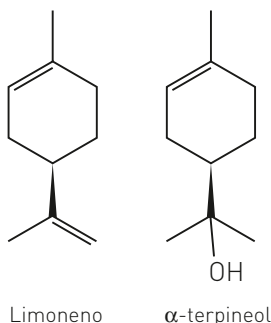
Para a realização desse teste, primeiramente, adiciona-se, em três tubos de ensaio, hex-1-eno; em seguida bromo, conforme se registrou na tabela abaixo.

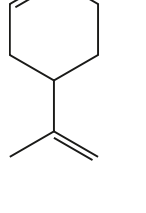
Tubo de ensaio	Hex-1-eno	Br_2
A	2,1 g	4,4 g
B	4,2 g	8,4 g
C	8,4 g	15,0 g

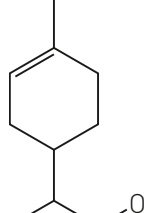
Ao final do teste, quais os tubos de ensaio que apresentarão uma solução incolor?
(Considere a massa molar do hex-1-eno como 84 g/mol.)

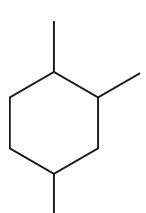
- a) Apenas A. **d) Apenas A e B.**
- b) Apenas B. **e) Apenas B e C.**
- x** c) Apenas C.
16. (Cefet-MG) Para sintetizar o 2,3-diclorobutano, um químico utilizou o gás cloro como um dos reagentes. Nesse caso específico, o segundo reagente necessário à síntese foi o
- x** a) but-2-eno. **d) butan-1,3-diol.**
- b) butan-2-ol. **e) butan-2,3-diol.**
- c) but-1,3-dieno.
17. (UPE) A reação entre o cloreto de hidrogênio e o 2-metil-2-penteno origina:
- x** a) 2-cloro-2-metilpentano
- b) 3-cloro-3-metilpentano
- c) 2-cloro-3-metilpentano
- d) 3-cloro-2-metilpentano
- e) 2-cloro-2-metil-etilpentano
18. (UFSM-RS) Muitas plantas podem servir como alternativa terapêutica pela atividade antimicrobiana comumente associada aos seus óleos essenciais. Também é promissora a utilização desses óleos

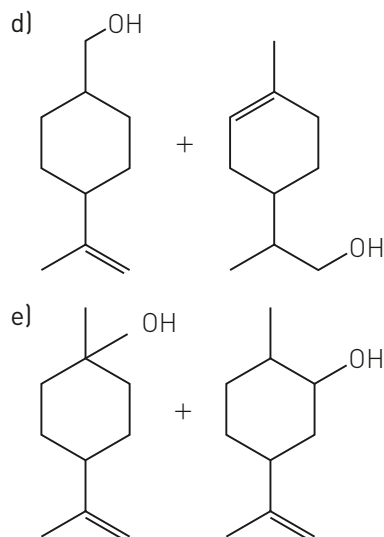
CC1=CCC(CC1)C(=C)C Limonene
 CC1=CCC(CC1)C(O)C α -terpineol



a) 

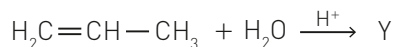
b) 

c) 



- ☒ a) cicloexeno
☐ b) 1,3-cicloexadieno
☐ c) benzene
☐ d) 1,4-cicloexadieno
☐ e) naftaleno

- $$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HBr} \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{Br}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{CH}_3$$

$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array} + \text{HCl} \longrightarrow \text{X}$$


a) 3-cloro-2-metilbutano e 1-propanol.
b) 3-cloro-2-metilbutano e 2-propanol.
c) 2-cloro-2-metilbutano e 1-propanol.
✖ d) 2-cloro-2-metilbutano e 2-propanol.
e) 2-cloro-2-metilbutano e propanal.

- 430 UNIDADE 6 | REAÇÕES ORGÂNICAS DE HIDROCARBONETOS

22. (Uema) Um programa de televisão noticiou a campanha “diga não ao lança”. O velho lança-perfume ressuruiu na periferia de São Paulo nos bailes funk, com nova fórmula, com sabor doce e ainda mais perigosa, contendo em sua composição tricloroetileno e diclorometano, solventes altamente tóxicos que produzem efeitos nocivos no sistema nervoso, arritmias, coma e até a morte.

Desenvolva as equações químicas de obtenção das substâncias tricloroetileno e diclorometano, conforme o roteiro abaixo.

Desafiando seus conhecimentos

- I. Nas condições ambientes de pressão e temperatura, o Br_2 deve ser uma substância gasosa.
- II. Tal como o Cl_2 , o Br_2 deve reagir com o eteno. Nesse caso, o Br_2 deve formar o 1,2-dibrometano.
- III. Tal como o Cl_2 , o Br_2 deve reagir com H_2 , formando um haleto de hidrogênio. Nesse caso, o Br_2 deve formar o brometo de hidrogênio.

- a) I.
d) I e III.
- b) I e II.
e) III.

2. (UFPE) Uma reação típica de aquenos é a de adição à ligação dupla $C=C$. Em relação a essa classe de reações, podemos afirmar o que segue.

- 1-1) O 2-metil-2-buteno sofre reação de adição de Br_2 , gerando o 2,3-dibromo-2-metilpropano.

- 3-3) A reação de adição de HBr ao 2-metil-2-butenos gera um composto que apresenta um carbono assimétrico.

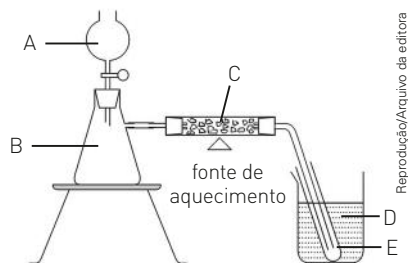
3. (PUC-RJ) O 2-bromo-butano pode ser obtido através da reação do ácido bromídrico (HBr) com um composto orgânico (indicado por X na equação).

Sobre o composto X e o tipo de reação, é correto afirmar que:

4. (UFG-GO) Compostos aromáticos sofrem reduções catalíticas, o que é útil quando se deseja obter outras substâncias a partir das aromáticas. O benzeno pode ser convertido em ciclo-hexano, conforme a sequência de reações químicas apresentadas a seguir.

Considerando-se o exposto,

5. (Fuvest-SP) A aparelhagem, representada na figura, permite produzir acetileno (etinol), a partir de carbeto de cálcio (CaC_2), por reação com água, utilizando-se, em seguida, o acetileno para produzir benzeno. Essa última reação ocorre usando-se ferro como catalisador, sob aquecimento.



- a) A primeira etapa desse processo consiste na reação de carbeto de cálcio com água. Escreva a equação química balanceada que representa essa transformação.
- b) A segunda etapa desse processo consiste na transformação catalisada de acetileno em benzeno. Escreva a equação química balanceada dessa reação.
- c) Para a produção de benzeno, a partir de carbeto de cálcio, utilizando a aparelhagem acima, que substâncias devem ser colocadas, quais se formam ou são recolhidas nas partes A, B, C, D e E da figura?

Dados: estados físicos nas condições ambientes
acetileno: gás

benzeno: líquido

6. (UFG-GO) A interconversão do *cis*-2-buteno em *trans*-2-buteno, catalisada por iodo, envolve as seguintes etapas:
- 1) homólise de moléculas de iodo, formando átomos de iodo;
 - 2) adição do átomo de iodo a um dos átomos de carbono da ligação dupla, com a conversão desta em ligação simples;
 - 3) rearranjo conformacional visando à diminuição da energia;
 - 4) restabelecimento da ligação dupla e regeneração do catalisador.

Represente, utilizando fórmulas estruturais planas, as etapas citadas.

7. (Unicamp-SP) A reação do $(\text{HC} \equiv \text{C} - \text{CH}_3)$ propino com o (Br_2) bromo pode produzir dois isômeros *cis-trans* que contêm uma dupla-ligação e dois átomos de bromo nas respectivas moléculas.

- I. Escreva a equação dessa reação química entre propino e bromo.
- II. Escreva a fórmula estrutural de cada um dos isômeros *cis-trans*.

8. (ITA-SP) A adição de 1 mol de cloro a 1 mol de alcino forneceu uma mistura dos isômeros *cis* e *trans* do mesmo alceno diclorado. Entre as opções a seguir, qual é aquela que contém o alcino que não foi utilizado nesta adição?

- a) Acetileno. x d) Cloroacetileno.
b) Metilacetileno. e) Dietilacetileno.
c) Dimetilacetileno.

9. (UFPE) Identifique cada afirmativa como verdadeira ou falsa.

- V I. A reação típica de um composto aromático com bromo é de substituição.
F II. Todas as ligações carbono-carbono no propeno têm a mesma energia de ligação.
F III. O buteno-1 apresenta isomeria geométrica.
V IV. A reação típica de uma olefina com bromo é de adição.
F V. Uma mistura racêmica é aquela que desvia o plano da luz polarizada.

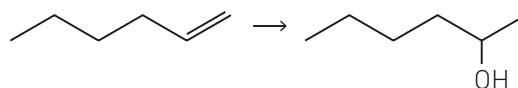
10. (Unirio-RJ) A reação química mais característica de um alceno é uma reação de adição, na qual átomos supridos pelo processo formam ligações sigma com os dois átomos ligados pela ligação dupla. Nesse processo, uma ligação π é desfeita. Escreva a reação de hidro-halogenação do buteno-2.

11. (Uerj) O paládio é um elemento químico muito empregado como catalisador em reações de hidrogenação, uma vez que pode adsorver 900 vezes seu volume em gás hidrogênio. Em um experimento, foi realizada a hidrogenação parcial de 12,24 g de pent-2-ino, obtendo-se uma mistura de dois isômeros.

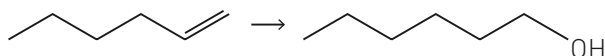
Considerando a densidade do hidrogênio igual a $0,08 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ e a do paládio igual a $12,0 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$, calcule a massa de paládio, em gramas, necessária para adsorver todo o hidrogênio consumido nessa reação. Em seguida, apresente as fórmulas espaciais em bastão dos isômeros formados.

12. (Fuvest-SP) Uma mesma olefina pode ser transformada em álcoois isoméricos por dois métodos alternativos:

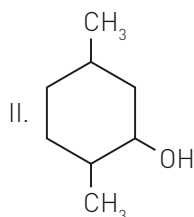
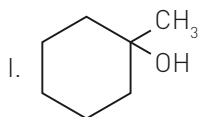
Método A: hidratação catalisada por ácido:



Método B: hidroboração:



No caso de preparação dos álcoois:



e com base nas informações fornecidas (método A e método B), dê a fórmula estrutural da olefina a ser utilizada e o método que permite preparar

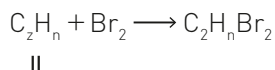
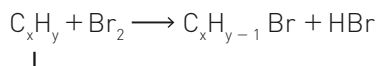
a) o álcool I.

b) o álcool II.

Para os itens a e b, caso haja mais de uma olefina ou mais de um método, cite-os todos.

c) Copie as fórmulas estruturais dos álcoois I e II e, quando for o caso, assinale com asteriscos os carbonos assimétricos.

13. (UFRGS-RS) Dois hidrocarbonetos I e II reagem com bromo, conforme mostrado abaixo.



É correto afirmar que I e II são, respectivamente,

a) aromático e alceno.

✗ b) aromático e alceno.

c) alcino e alceno.

d) alcino e alceno.

e) alceno e alcino.

14. (Uece) O cloro ficou muito conhecido devido a sua utilização em uma substância indispensável a nossa sobrevivência: a água potável. A água encontrada em rios não é recomendável para o consumo, sem antes passar por um tratamento prévio. Graças à adição de cloro, é possível eliminar todos os microrganismos patogênicos e tornar a água potável, ou seja, própria para o consumo. Em um laboratório de química, nas condições adequadas, fez-se a adição do gás cloro

em um determinado hidrocarboneto, que produziu o 2,3-diclorobutano. Assinale a opção que corresponde à fórmula estrutural desse hidrocarboneto.

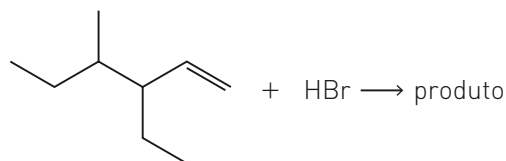
a) $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

b) $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

✗ c) $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$

d) $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2 \\ | \quad | \\ \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2 \end{array}$

15. (PUC-RJ) Considere que, na reação representada a seguir, 1 mol do hidrocarboneto reage com 1 mol de ácido bromídrico, sob condições ideais na ausência de peróxido, formando um único produto com 100% de rendimento.



A respeito do reagente orgânico e do produto dessa reação, faça o que se pede.

a) Represente a estrutura do produto formado utilizando notação em bastão.

b) Dê o nome do hidrocarboneto usado como reagente, segundo as regras de nomenclatura da IUPAC.

c) Represente a estrutura de um isômero cíclico do hidrocarboneto (usado como reagente) constituído por um anel de seis átomos de carbono. Utilize notação em bastão.

16. (PUC-RJ) O benzeno, produto altamente tóxico, pode ser transformado em outro composto menos tóxico, que é o ciclo-hexano, através da reação de:

a) oxidação.

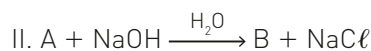
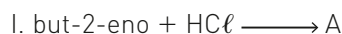
✗ b) hidrogenação.

c) nitração.

d) sulfonação.

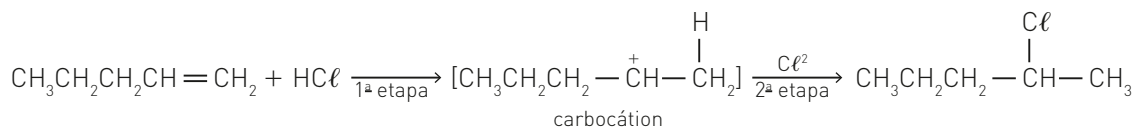
e) polimerização.

17. (Uerj) A sequência de reações abaixo é um exemplo de síntese orgânica, na qual os principais produtos formados são indicados por A e B.

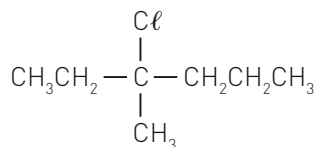


Apresente as fórmulas estruturais planas dos produtos A e B. Identifique, ainda, o mecanismo ocorrido na reação I em função das espécies reagentes.

18. (Fuvest-SP) A adição de HCl a alcenos ocorre em duas etapas. Na primeira delas, o íon H^+ , proveniente do HCl , liga-se ao átomo de carbono da dupla-ligação que está ligado ao menor número de outros átomos de carbono. Essa nova ligação ($\text{C} - \text{H}$) é formada à custa de um par eletrônico da dupla-ligação, sendo gerado um íon com carga positiva, chamado carbocátion, que reage imediatamente com o íon cloreto, dando origem ao produto final. A reação do 1-penteno com HCl , formando o 2-cloropentano, ilustra o que foi descrito.

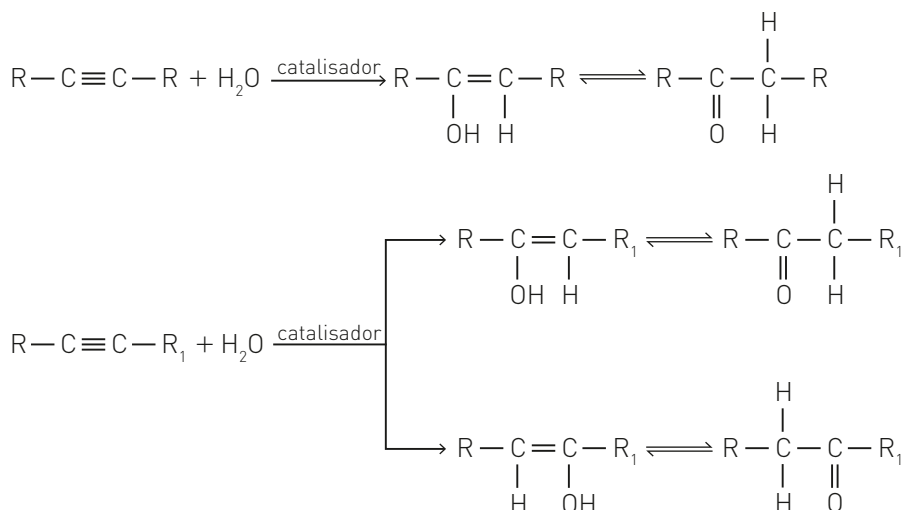


- a) Escreva a fórmula estrutural do carbocátion que, reagindo com o íon cloreto, dá origem ao haleto de alquila.



- b) Escreva a fórmula estrutural de três alcenos que não sejam isômeros *cis-trans* entre si e que, reagindo com HCl , podem dar origem ao haleto de alquila do item anterior.
c) Escreva a fórmula estrutural do alceno do item b que não apresenta isomeria *cis-trans*. Justifique.

19. (Fuvest-SP) A reação de hidratação de alguns alcinos pode ser representada por



em que R e R_1 são dois grupos alquila diferentes.

- a) Escreva as fórmulas estruturais dos isômeros de fórmula C_6H_{10} que sejam hexinos de cadeia aberta e não ramificada.
b) A hidratação de um dos hexinos do item anterior produz duas cetonas diferentes, porém isoméricas. Escreva a fórmula estrutural desse alcino e as fórmulas estruturais das cetonas assim formadas.
c) A hidratação do hex-3-ino (3-hexino) com água monodeuterada (HOD) pode ser representada por:



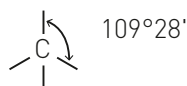
Escreva as fórmulas estruturais de X, Y e Z. Não considere a existência de isomeria *cis-trans*.

Mais sobre adições

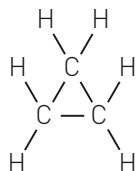
Teoria das tensões de anéis de Baeyer

Em 1885, o químico alemão Adolf von Baeyer (1835-1917), na Universidade de Munique, Alemanha, desenvolveu a Teoria das tensões de anéis para explicar as diferentes reatividades dos cicloalcanos. Nessa época, a maioria dos ciclanos conhecidos apresentava anéis de cinco ou seis carbonos.

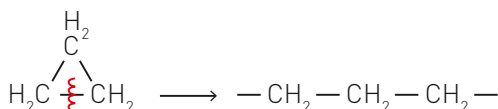
Nos cicloalcanos, os átomos de carbono têm quatro ligações simples, e, para essa situação ocorrer, o ângulo mais estável entre duas de suas ligações é de $109^{\circ}28'$.



No entanto, considerando a estrutura do ciclopropano, que apresenta três carbonos no mesmo anel, percebe-se a formação de ângulos de 60° entre os carbonos.



Assim, como o ângulo entre as ligações é inferior a $109^{\circ}28'$, essa substância tem certa "tensão angular", o que provoca sua instabilidade e justifica não só sua reatividade, mas também sua tendência de originar compostos de cadeia aberta:



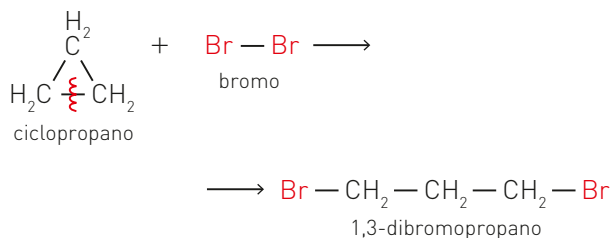
Quanto maior for a diferença entre o ângulo real e o ângulo teórico ($109^{\circ}28'$) de um ciclano, maior será a instabilidade do ciclo e, portanto, maior será sua facilidade de reagir com a quebra do anel (veja a tabela a seguir).

Substância	Ângulo real	Ângulo teórico
 ciclopropano	60°	$109^{\circ}28'$
 ciclobutano	90°	$109^{\circ}28'$
 ciclopentano	108°	$109^{\circ}28'$

diminui a diferença angular
aumenta a dificuldade de quebra do anel

Devido à quebra do anel, esses cicloalcanos reagem por meio de reações de adição, diferentemente dos outros hidrocarbonetos saturados, que fazem reações de substituição.

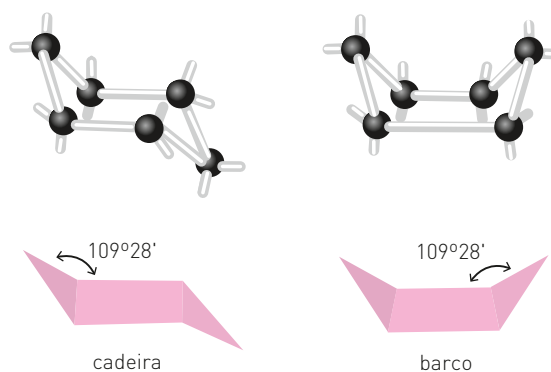
Veja um exemplo de uma reação de bromação do ciclopropano.



De acordo com essa teoria de Baeyer, se o ciclo-hexano fosse plano, ele apresentaria seus seis carbonos dispostos em ângulos de 120° e, assim, também seria instável, com tendência de sofrer uma quebra do anel. No entanto, experimentalmente se verifica que o ciclo-hexano é muito estável, sendo difícil conseguir a quebra de seu anel.

Para explicar a grande estabilidade dos anéis com seis e mais átomos de carbono, como os do ciclo-hexano, foi desenvolvida, em 1890, uma teoria segundo a qual os anéis de carbono com mais de cinco átomos não seriam planos, mas sim espaciais, e os ângulos formados entre esses carbonos seriam de $109^{\circ}28'$, o que explicaria a estabilidade desse tipo de composto. Conhecida como Teoria de Sachse-Mohr, ela só foi provada em 1918.

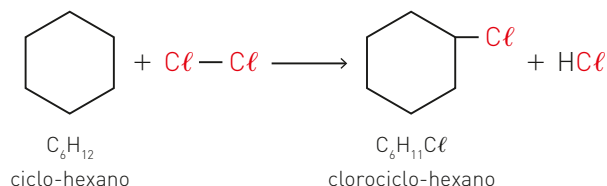
Hoje, admite-se que o ciclo-hexano apresenta duas estruturas espaciais interconversíveis, as quais possuem ângulos de $109^{\circ}28'$ entre os carbonos.



/// A conformação cadeira é mais estável por apresentar maior distância entre os ligantes dos carbonos das extremidades.

Ilustrações: Banco de Imagens/Arquivo da editora

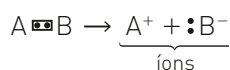
Tanto o ciclo-hexano como os outros cicloalcanos com mais de 6 átomos de carbono no anel fazem reações de substituição.



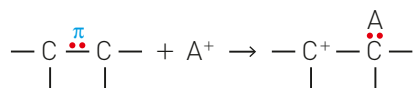
Mecanismo de reação de adição

De maneira geral, as reações de adição podem ser explicadas de acordo com o seguinte mecanismo:

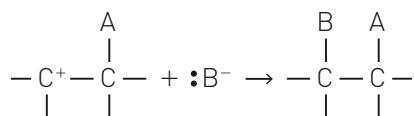
1ª etapa — cisão heterolítica do reagente não orgânico:



2ª etapa — ataque do cátion (A^+) à ligação π do hidrocarboneto:



3ª etapa — ataque do ânion (B^-) ao carbono C^+ :



Esse mecanismo justifica a regra de Markovnikov.

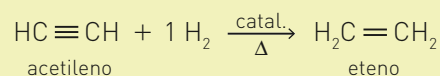
No entanto, nas reações de adição com o composto HBr na presença de peróxido, ocorre um mecanismo diferente do apresentado. Nesse caso, a adição de hidrogênio ocorre no carbono menos hidrogenado da dupla, contrariando a regra de Markovnikov. Essa reação, em particular, acontece por meio de um mecanismo de radicais livres em cadeia, e as adições, muitas vezes, são chamadas de adições anti-Markovnikov ou adições de Karasch, em referência a seu descobridor.

Preparação de alquenos e alquinos

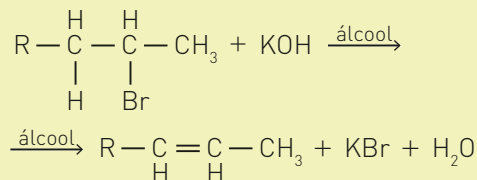
Preparação de alquenos

Veja alguns métodos utilizados na preparação de alquenos.

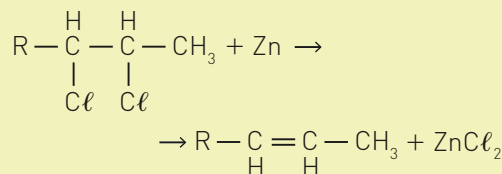
Hidrogenação parcial de alquinos



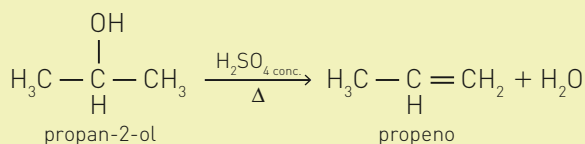
Reação de haletos de alquila com KOH (alcoólico)



Reação de di-haletos vicinais com zinco



Desidratação intramolecular de álcool

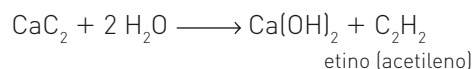
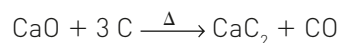
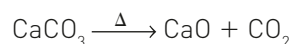
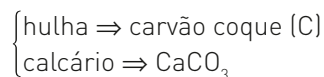


Preparação de alquinos

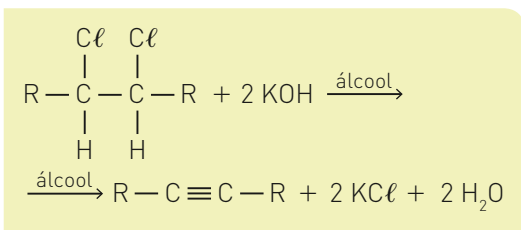
Vamos agora ver alguns métodos de preparação de alquinos.

Reação de calcário com hulha: preparação de etino

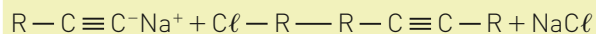
Entre os alquinos, o mais conhecido é o etino (acetileno) e seu processo de fabricação mais conhecido pode ser representado por:



- Reação com di-haletos vicinais ou gemina-dos com KOH (alcoólico)



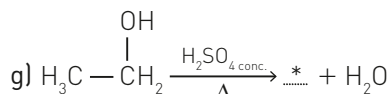
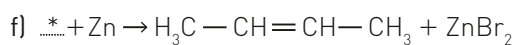
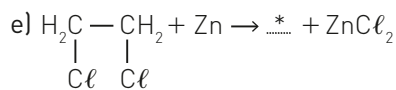
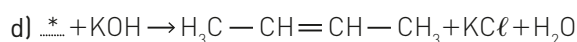
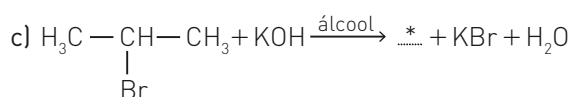
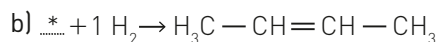
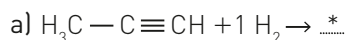
- Reação de etinos de metais alcalinos com haletos de alquila



Os alquinos, da mesma maneira que os alquenos, decorem a solução de bromo em tetracloreto de carbono (adição de bromo).

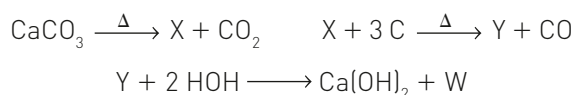
Exercícios

1. Copie as equações em seu caderno, completando-as.

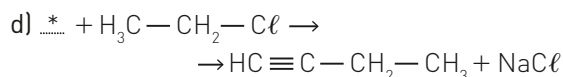
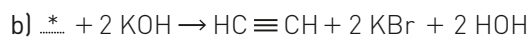
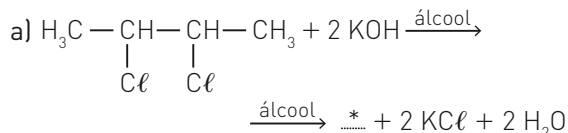


2. O 2-butanol, por desidratação intramolecular, pode produzir dois alquenos diferentes. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais e os nomes desses alquenos. Indique qual deles apresenta isomeria geométrica.

3. Escreva em seu caderno o nome e as fórmulas das substâncias indicadas por X, Y e W.



4. Copie as equações em seu caderno, completando-as.



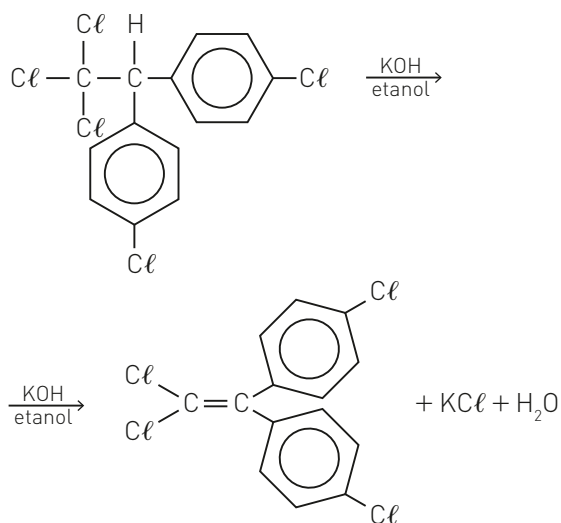
5. Dos compostos abaixo, o único em que ocorre reação de adição, em condições adequadas, é o:

- a) ciclo-hexano. d) dicloroetano.
 x b) ciclobutano. e) tolueno.
 c) ciclopentano.

6. (UFF-RJ) Em amostras coletadas recentemente no rio Guandu, constatou-se a presença do inseticida DDT (diclorodifeniltricloreto). Essa substância, quando utilizada na agricultura sem os devidos cuidados, pode causar problemas ao ser humano e ao meio ambiente.

Há insetos resistentes ao DDT, pois são capazes de transformá-lo em uma nova substância sem efeito inseticida — o DDE (diclorodifenildicloroetileno).

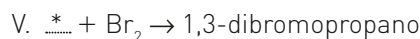
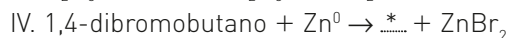
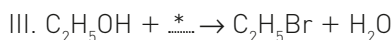
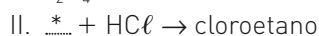
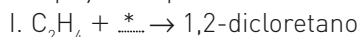
Em laboratório, obtém-se o DDE partindo-se do DDT por meio da reação:



Essa é uma reação específica classificada como:

- a) redução.
 b) substituição nucleofílica.
 c) substituição eletrofílica.
 x d) eliminação.
 e) adição.

7. (UFJF-MG) Observe as reações de I a V, listadas abaixo, e identifique a alternativa que completa os espaços respectivamente de:



a) HCl , C_2H_2 , HBr , ciclobutano, ciclopropano.

b) Cl_2 , C_2H_4 , Br_2 , ciclopentano, propano.

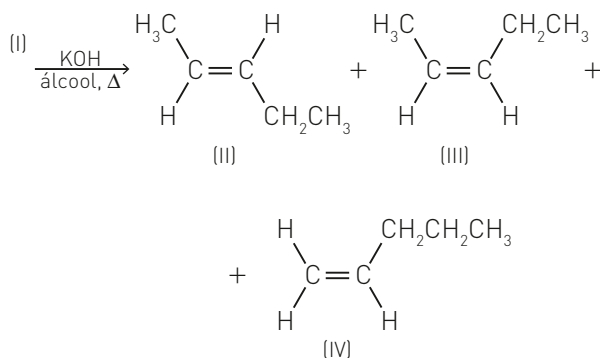
c) CH_2Cl_2 , C_2H_2 , Br_2 , butano, ciclopropano.

x d) Cl_2 , C_2H_2 , HBr , ciclobutano, ciclopropano.

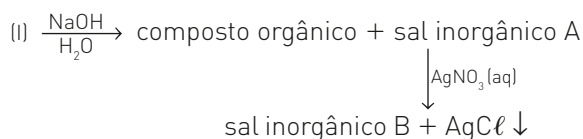
e) Cl_2 , C_2H_4 , HBr , bromobutano, propano.

8. (UFPA) Foi apreendido um carregamento ilegal de produtos químicos escondidos no porão de um barco que navegava no rio Pará. O processo de identificação desse material foi feito com a colaboração de pesquisadores do Departamento de Química da Universidade Federal do Pará (UFPA). A identificação da substância, codificada como (I), consistiu na realização dos experimentos (A) e (B) esquematizados a seguir:

A



B



No experimento (A), obteve-se como produtos os alcenos (III), (III) e (IV) em diferentes proporções, sendo o produto principal (obtido em maior quantidade) o isômero de configuração E. No experimento (B), conforme a sequência de reações descritas, obteve-se como um dos produtos o cloreto de prata, que precipitou no meio reacional.

Tomando como base essas informações,

a) escreva a fórmula estrutural da substância (I).

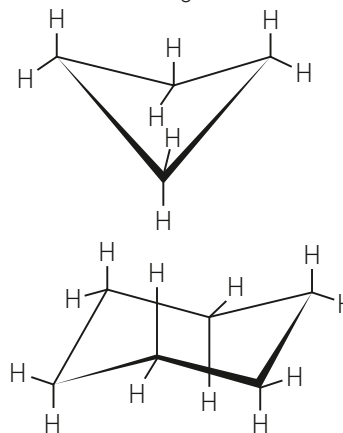
b) qual dos alcenos, (III), (III) ou (IV), foi obtido em maior quantidade?

c) qual o tipo de reação química representada no esquema (a)?

d) identifique, por meio de suas fórmulas químicas, os sais inorgânicos A e B.

9. (FICSAE-SP) Os cicloalcanos reagem com bromo líquido (Br_2) em reações de substituição ou de adição. Anéis cíclicos com grande tensão angular entre os átomos de carbono tendem a sofrer reação de adição, com abertura de anel. Já compostos cíclicos com maior estabilidade, devido à baixa tensão nos ângulos, tendem a sofrer reações de substituição.

Considere as substâncias ciclobutano e cicloexano, representadas a seguir.



Em condições adequadas para a reação, pode-se afirmar que os produtos principais da reação do ciclobutano e do cicloexano com o bromo são, respectivamente,

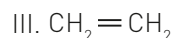
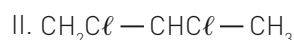
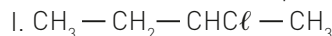
a) bromociclobutano e bromocicloexano.

x b) 1,4-dibromobutano e bromocicloexano.

c) bromociclobutano e 1,6-dibromoexano.

d) 1,4-dibromobutano e 1,6-dibromoexano.

10. (PUC-RJ) Dentre os compostos abaixo,



escolha aquele que reage:

a) com o Cl_2 formando o 1,2-dicloroetano.

b) com o $NaOH$ em solução aquosa formando o 2-butenol.

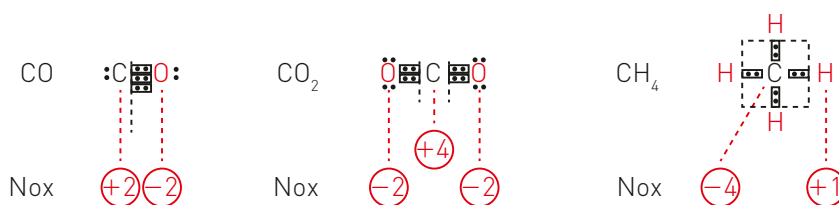
c) em presença do zinco em pó formando o propeno. Nos três casos, escreva a reação completa.

Reações de oxidação

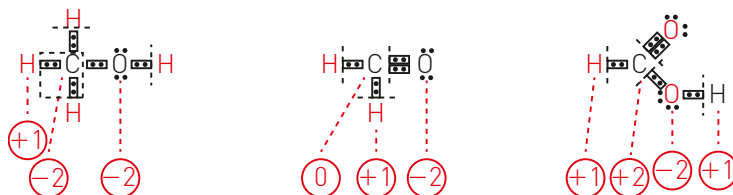
Toda reação que ocorre entre um composto orgânico e o gás oxigênio (O_2) é denominada **reação de oxidação**, devido ao fato de haver um aumento do **número de oxidação** (Nox) dos átomos de carbono envolvidos.

Como você já deve ter visto em seus estudos sobre reações de oxirredução, em um composto molecular, o Nox corresponde à carga elétrica que um átomo apresentaria se suas ligações fossem rompidas. Nessa situação, o átomo de maior eletronegatividade ficaria com o(s) elétron(s) e, portanto, com Nox negativo.

Veja alguns exemplos:



O Nox do carbono pode variar entre +4 e -4, dependendo dos elementos aos quais ele estiver ligado. Veja como calcular o Nox do carbono em algumas moléculas orgânicas:

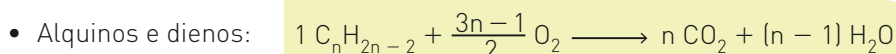
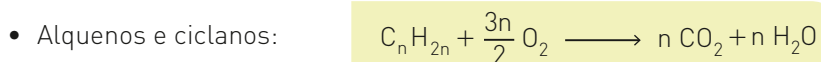
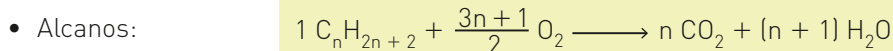


Podem-se dividir as reações de oxidação que envolvem hidrocarbonetos em quatro grupos: combustão, oxidação branda, ozonólise e oxidação enérgica.

Combustão

A combustão é a reação de oxidação mais comum, que ocorre com qualquer tipo de hidrocarboneto. Nessa reação, o combustível é o hidrocarboneto, e o outro reagente, denominado comburente, é o gás oxigênio (O_2).

Existem três tipos de combustão, sendo que a mais importante é a reação de combustão completa, cujos produtos são CO_2 e H_2O . Veja abaixo as equações genéricas de combustão completa que envolvem algumas classes de hidrocarbonetos.



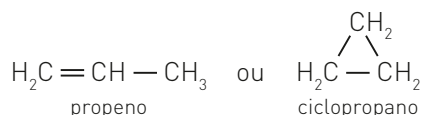
Nessas reações, o carbono proveniente do hidrocarboneto forma sempre o mesmo produto (CO_2), cujo número de oxidação é +4, que é o máximo possível para esse elemento. Por esse motivo, ela é denominada combustão completa ou oxidação total de um hidrocarboneto.

Oxidação branda

A oxidação branda ocorre com hidrocarbonetos insaturados; o elemento oxigênio geralmente é obtido a partir do permanganato de potássio (KMnO_4) em meio neutro ou ligeiramente básico, diluído a frio. Nessas condições, o KMnO_4 , o agente oxidante, é denominado **reativo de Baeyer**.

A principal aplicação dessa reação consiste na diferenciação de **alquenos** e **cicloalcanos**, que são isômeros de cadeia, pois apenas os alquenos sofrem esse tipo de reação por apresentarem ligação π em sua estrutura.

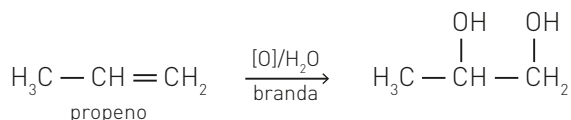
Como exemplo, considere uma amostra formada por uma substância pura de fórmula molecular C_3H_6 , que pode ser:



Para descobrir qual dessas duas substâncias compõe a amostra, pode-se utilizar o reativo de Baeyer, que é uma solução de cor violeta.

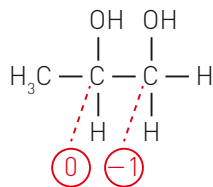
Se a substância for o propeno, haverá uma descoloração do reativo de Baeyer, o que indica a ocorrência de uma reação. No entanto, se a substância for o ciclopropano, não haverá descoloração, não ocorrendo reação.

A reação entre o alqueno e o reativo de Baeyer pode ser representada por:



Nesse tipo de reação, o Nox final dos átomos de carbono participantes pode apresentar os valores **-1, 0 e +1**.

No exemplo mostrado, considerando os átomos de carbono que tiveram o Nox alterado, temos:



Fotos: Sérgio Dotta Jr./
Arquivo da editora



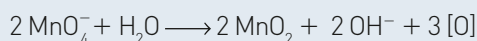
// A adição do reativo de Baeyer a um alqueno provoca sua descoloração.



// A adição do reativo de Baeyer a um cicloalcano não provoca sua descoloração.

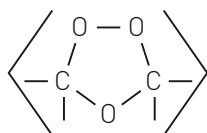
O oxigênio nascente [O], responsável pela oxidação, é proveniente do permanganato de potássio (KMnO₄). Nesse processo, o permanganato (MnO₄⁻) se transforma em dióxido de manganês (MnO₂) e origina o oxigênio nascente.

A reação pode ser representada pela equação:



Ozonólise de alquenos

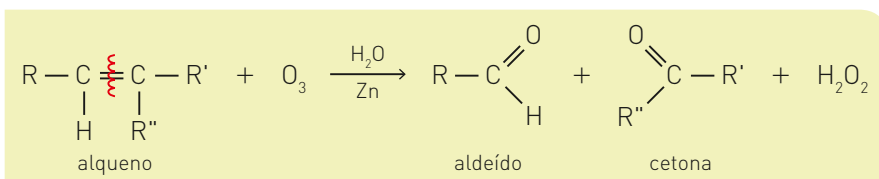
A ozonólise utiliza ozônio (O₃) na presença de água (H₂O) e zinco (Zn). O ozônio adiciona-se à dupla-ligação do alqueno, originando um composto intermediário instável, denominado **ozoneto** ou **ozonida**.



ozoneto ou ozonida

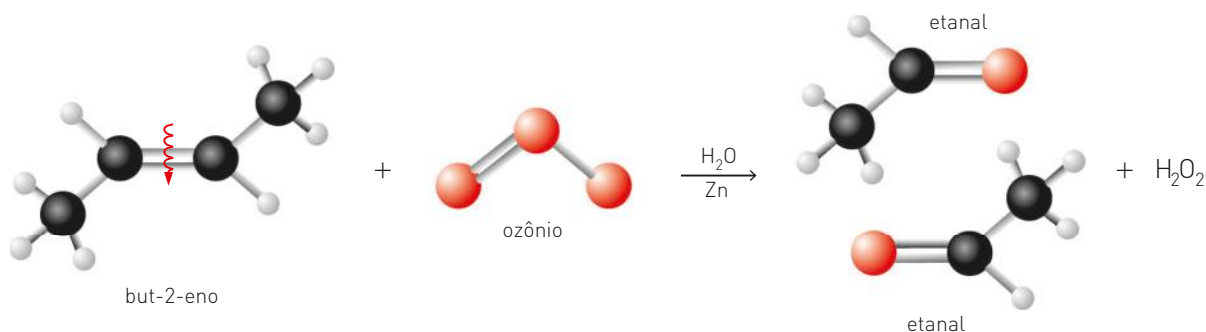
O ozoneto, por sua vez, se hidrolisa, originando dois aldeídos, duas cetonas ou um aldeído e uma cetona.

Resumidamente, essa reação, para um alqueno genérico, pode ser representada por:



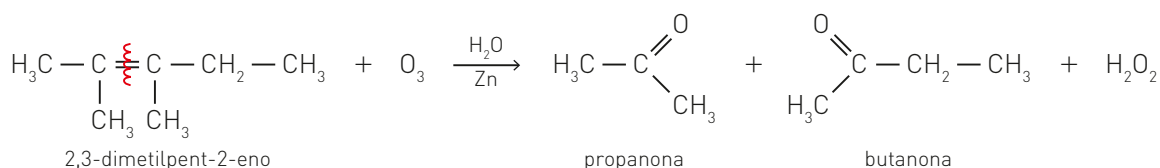
A finalidade da utilização do zinco é evitar que o oxigênio, que pode ser produzido pela decomposição da água oxigenada, oxide o aldeído, transformando-o em ácido carboxílico.

1º exemplo

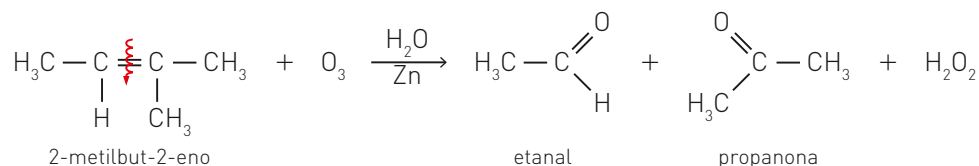


Ilustrações: Banco de imagens/Arquivo da editora

2º exemplo

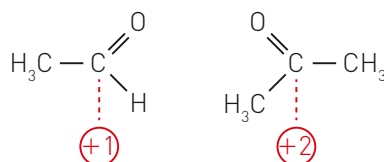


3º exemplo



Nos produtos da ozonólise, o Nox pode variar entre **0** e **+2** nos carbonos que participam da reação. Por isso, essa reação é considerada uma oxidação moderada.

Nesse último exemplo, considerando os átomos de carbono que tiveram o Nox alterado, temos:



Ação oxidante do ozônio

Tem-se tornado cada vez mais frequente encontrar equipamentos iguais ao da fotografia ao lado, destinados a encher pneus de veículos com gás nitrogênio.

Nos grandes centros urbanos, a concentração de ozônio nas camadas inferiores da atmosfera pode alcançar níveis elevados. O ozônio é produzido pela reação — catalisada pela luz solar — entre óxidos de nitrogênio, provenientes dos canos de escape de automóveis, e o gás oxigênio, presente no ar.

A borracha dos pneus apresenta na sua estrutura duplas-ligações. Quando os pneus são enchidos com ar, o ozônio nele presente, mesmo em pequenas quantidades, pode reagir com as duplas-ligações da borracha, provocando alterações na sua estrutura. O uso do gás nitrogênio no lugar do ar atmosférico prolonga a vida útil dos pneus dos veículos.



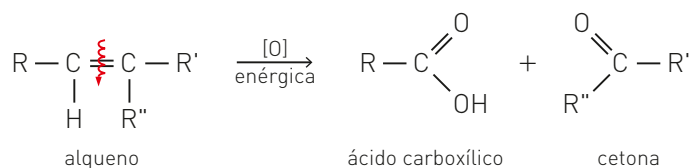
Sérgio Dotta Jr./Arquivo da editora

Equipamento usado para calibrar pneus com gás nitrogênio.

Oxidação enérgica de alquenos

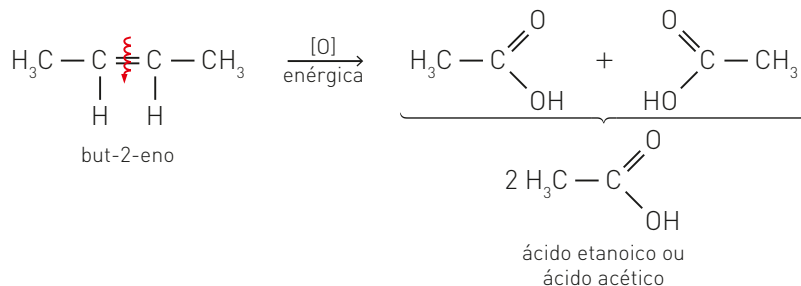
Os dois agentes oxidantes mais utilizados na reação de oxidação enérgica de alquenos são o permanganato de potássio (KMnO_4) e o dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) concentrados, em meio ácido, a quente. Ambos os agentes oxidantes liberam grande quantidade de átomos de oxigênio nascente $[\text{O}]$, o que impede a obtenção de aldeídos como produto final. Mesmo que ocorra a formação de aldeídos intermediariamente, eles serão oxidados a ácidos carboxílicos.

Genericamente, essa reação pode ser representada por:

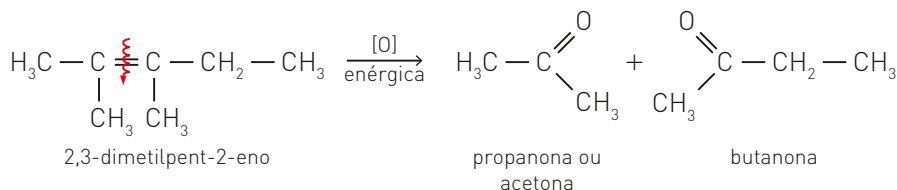


Veja alguns exemplos:

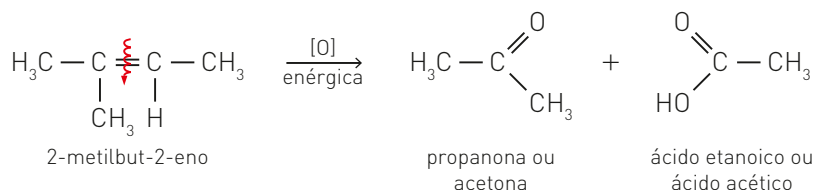
1º exemplo



2º exemplo

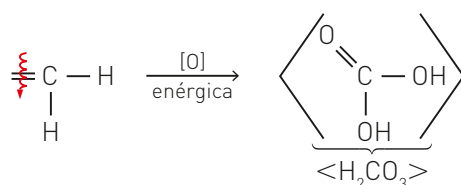


3º exemplo

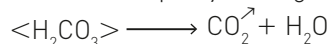


4º exemplo

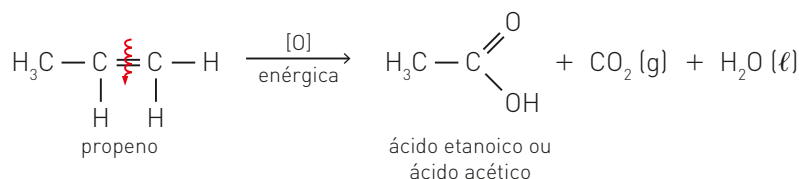
Quando a dupla-ligação estiver na ponta da cadeia, os dois hidrogênios ligados ao carbono insaturado da extremidade serão transformados em dois grupos OH, originando o ácido carbônico:



Esse ácido é instável e sofre decomposição, originando CO_2 (g) e H_2O (ℓ).



Veja um exemplo:



A ocorrência de CO_2 (g) e H_2O entre os produtos dessa reação indica que o alqueno de origem apresentava dupla-ligação na ponta da cadeia. Visualmente, durante a experiência, observa-se uma efervescência, que corresponde à liberação do CO_2 (g).

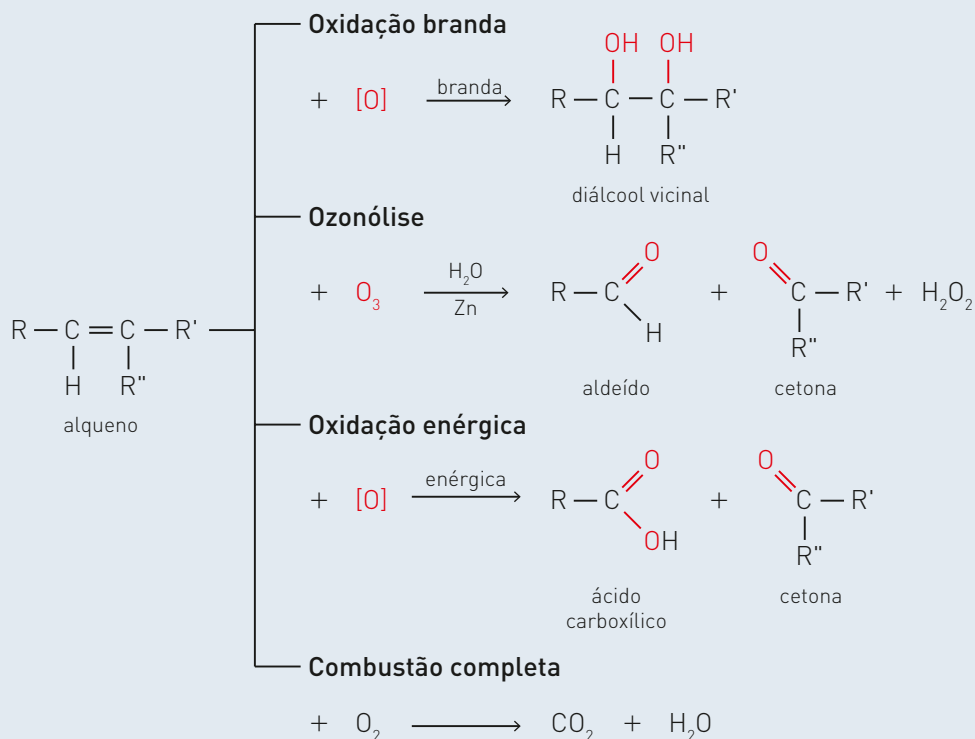
Na oxidação energética, o Nox dos produtos varia entre **+2** e **+4** nos carbonos que participam da reação.

Sergio Tegen/Arquivo da editora



/// Tanto na combustão como na oxidação de uma palha de aço, ocorre a transferência de elétrons de tal maneira que o Nox dos átomos participantes sofre alteração. Na oxidação do ferro e de um hidrocarboneto, ocorre aumento do Nox dos átomos de ferro e dos átomos de carbono que participam do processo.

Resumo das reações de oxidação envolvendo alquenos

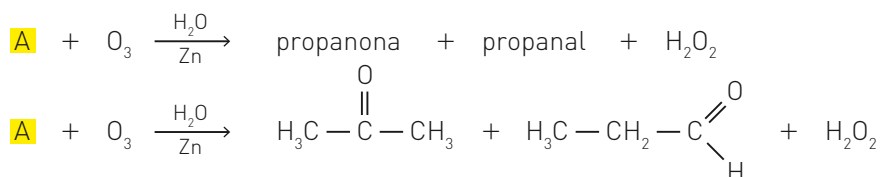


Exercícios resolvidos

1. A ozonólise de um alqueno A produziu propanona e propanal. Qual é o nome desse alqueno?

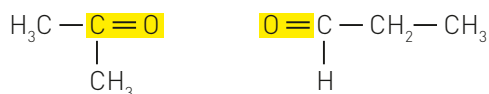
Solução

A equação da reação mencionada poderia ser representada por:

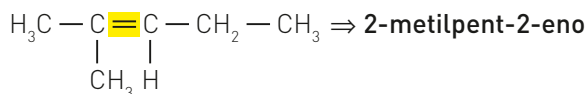


Como nas ozonólises de alquenos ocorre a adição de átomos de oxigênio aos de carbono da dupla-ligação, se retirarmos os átomos de oxigênio dos produtos orgânicos formados e unirmos as duas estruturas, conseguiremos determinar a estrutura do alqueno A de origem.

Uma maneira fácil de visualizar a estrutura do alqueno consiste em escrever a estrutura dos dois produtos orgânicos, deixando os dois átomos de oxigênio lado a lado.



A seguir, retiramos os átomos de oxigênio e unimos as duas estruturas por uma dupla-ligação, obtendo o alqueno A, que é:

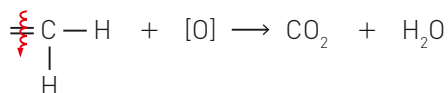


Esse mesmo procedimento pode ser utilizado para determinar a estrutura de um alqueno a partir dos produtos formados quando ele sofre uma oxidação enérgica.

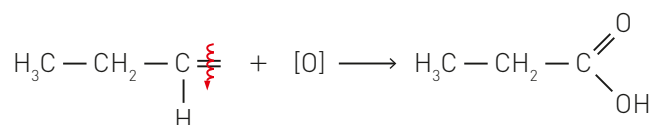
2. Em um laboratório, para determinar qual o alqueno presente em uma amostra de fórmula molecular C_4H_8 , um químico realizou a oxidação enérgica do composto, obtendo gás carbônico, água e um ácido carboxílico. Com base nessas informações, qual é o nome do alqueno presente na amostra?

Solução

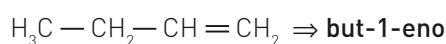
Como na oxidação enérgica ocorreu a produção de gás carbônico (CO_2), o alqueno deverá apresentar uma dupla-ligação na extremidade da cadeia.



Como o outro produto obtido é um ácido carboxílico, o alqueno deve apresentar cadeia normal e o ácido formado deve ter 3 átomos de carbono. Então, temos:

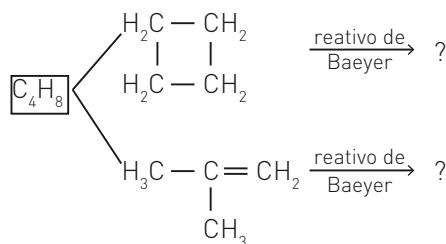


Dessa forma, o alqueno em questão é o:



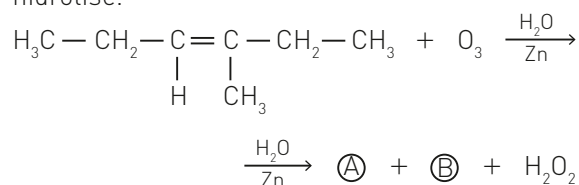
Fundamentando seus conhecimentos

1. Durante a ocupação do Iraque pelos Estados Unidos, ocorreram explosões de vários oleodutos. Nessas explosões, ocorre a queima de vários hidrocarbonetos componentes do petróleo, entre eles: etano, butano, heptano e 2,2,4-trimetilpentano. Equacione a reação de combustão completa do hidrocarboneto mencionada que produz, durante a sua queima, a maior quantidade de CO_2 por mol de hidrocarboneto.
2. Uma maneira de diferenciar um cicloalcano de um alqueno é utilizar o reativo de Baeyer ($KMnO_4$ diluído a frio em meio neutro ou básico). Considere o esquema:



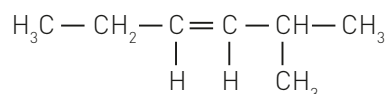
Copie as equações em seu caderno, completando-as caso ocorram.

3. Considere a equação de ozonólise seguida de hidrólise.

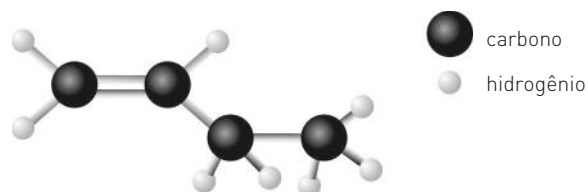


Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais e dê o nome de A e B.

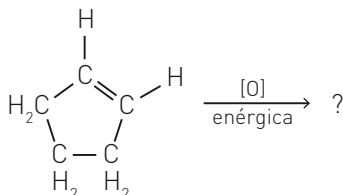
4. Indique as fórmulas estruturais dos compostos orgânicos obtidos na oxidação enérgica do alqueno representado:



A ilustração a seguir deve ser utilizada para responder às questões 5 a 8.

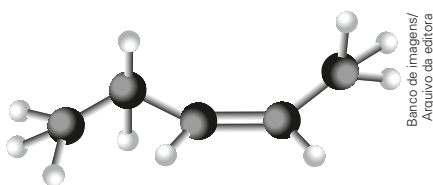


5. Dê o nome do composto.
6. No teste de Baeyer, esse composto descora o permanganato? Justifique.
7. Equacione a sua ozonólise seguida de hidrólise.
8. Equacione a sua oxidação enérgica.
9. Dê o nome do produto orgânico que completa corretamente a oxidação enérgica:

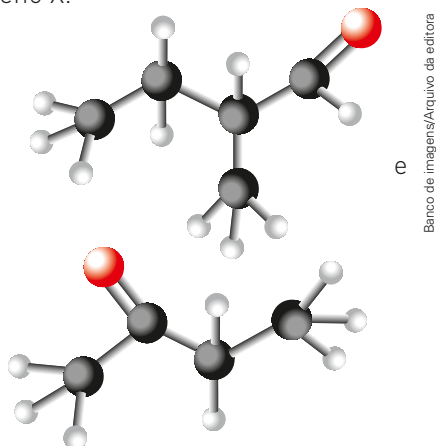


Desenvolvendo seus conhecimentos

Observe a estrutura a seguir e responda às questões **1 a 3**.



1. Dê seu nome oficial.
2. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais dos produtos de sua ozonólise seguida de hidrólise.
3. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais dos produtos de sua oxidação enérgica.
4. Os compostos orgânicos abaixo foram obtidos pela ozonólise seguida de hidrólise de um alqueno X.

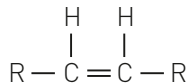


Equacione a reação e dê o nome do alqueno X.

5. (PUC-MG) A ozonólise do composto metil-2-buten-3-ino, seguida de hidrólise, em presença de zinco metálico, produz:
 - a) propanal e etanal.
 - b) metanal e etanal.
 - ☒ c) etanal e propanona.
 - d) propanal e propanona.
6. (UFMG) A ozonólise e posterior hidrólise em presença de zinco do 2-metil-3-etil-2-penteno produz:
 - a) cetona e aldeído.
 - b) cetona, aldeído e álcool.
 - ☒ c) somente cetonas.
 - d) aldeído e álcool.
 - e) cetona, aldeído e ácido carboxílico.
7. (Uespi) Um estudante de química estava pesquisando o conteúdo de um frasco. Verificou que esse conteúdo descorava uma solução de KMnO_4 (permanganato de potássio). Observou também que, quando tratado com ozônio em presença de zinco em pó, dava como produto somente o propanal. Nesse contexto, podemos dizer que o frasco contém:
 - a) buteno-1.
 - ☒ b) hexeno-3.
 - c) ciclopropano.
 - d) pentano.
 - e) propeno.
8. (Fesp) A ozonólise do composto C_6H_{12} seguida de uma hidrólise produz exclusivamente acetona. O composto será:
 - ☒ a) 2,3-dimetil-2-buten-3-ino.
 - b) 3-metil-2-penteno.
 - c) 2,3-dimetil-1-buten-3-ino.
 - d) 2-hexeno.
 - e) n.d.a.

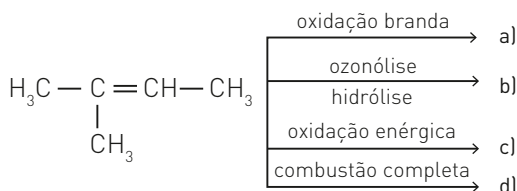
9. (Fuvest-SP) Na ozonólise do alqueno de menor massa molecular que apresenta isomeria *cis-trans*, qual é o único produto orgânico formado?

10. (UFSE) Hidrocarbonetos



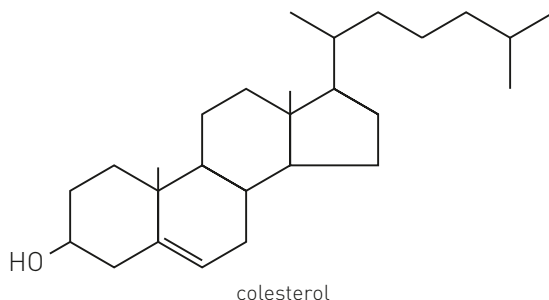
ao serem submetidos à oxidação com ruptura de cadeia carbônica, produzem:

- a) álcoois. d) ésteres.
b) cetonas. e) éteres.
x c) ácidos.
11. (UFMG) Determine o nome e as fórmulas estruturais das substâncias que completam corretamente as reações indicadas a seguir:



12. (Ufam) A oxidação enérgica do 3-metil-2-penteno, na presença de KMnO_4 , em meio ácido, produzirá:
- a) etanal, CO_2 e água.
b) ácido acético, CO_2 e água.
c) somente ácido acético.
x d) ácido acético e butanona.
e) somente cetona.

13. (Unirio-RJ) O colesterol é o esteroide animal mais abundante, formando cerca de um sexto do peso seco do tecido nervoso e central. O excesso de colesterol que se deposita nos vasos sanguíneos é a causa mais comum de enfartes do miocárdio e da arteriosclerose.



Indique a afirmativa *incorreta* referente a algumas das propriedades químicas do colesterol.

- a) Sofre oxidação com solução ácida de KMnO_4 .
b) Reage com ozônio.
c) Reage com bromo à temperatura ambiente.

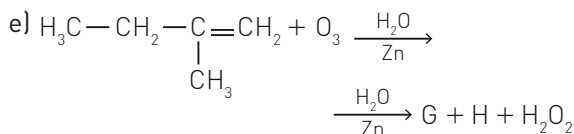
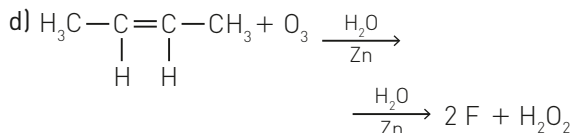
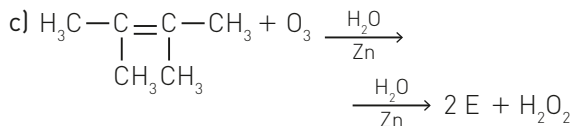
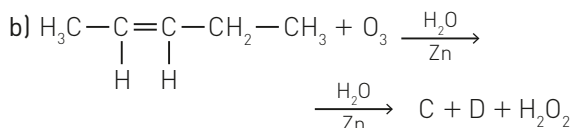
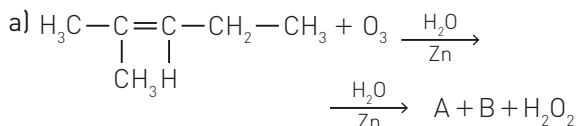
d) Reage com Cl_2 em presença de radiação ultravioleta.

- x e) Não reage com H_2 em presença de catalisador metálico.

14. (Cesgranrio-RJ) Um alceno X foi oxidado energeticamente pela mistura sulfomangânica ($\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$). Os produtos da reação foram butanona e ácido metilpropanoico. Logo, o alceno X é:

- a) 2-metil-3-hexeno.
b) 3-metil-3-hexeno.
x c) 2,4-dimetil-3-hexeno.
d) 2,5-dimetil-3-hexeno.
e) 3,5-dimetil-3-hexeno.

15. Indique o nome do(s) produto(s) orgânico(s) que completa(m) corretamente as reações de ozonólise seguidas de hidrólise:

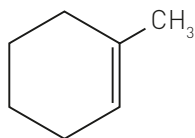


16. (Unifesp) A identificação dos produtos formados na ozonólise (seguida de hidrólise na presença de zinco) de um alceno permite identificar a estrutura do composto original, pois sabe-se que

- carbono primário ou secundário da dupla-licação produz aldeído;
- carbono terciário produz cetona. Um alceno forneceu como produto desse tratamento apenas propanona como produto final. Este composto deve ser o:

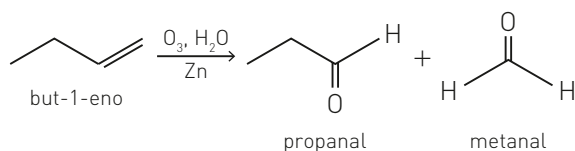
- a) hex-3-eno.
- b) 2-metilpent-1-eno.
- c) 2-metilpent-2-eno.
- d) 2-metilbut-2-eno.
- x e) 2,3-dimetilbut-2-eno.**

17. (UEG-GO) Uma das potencialidades do químico é a capacidade de “imitar” a natureza dentro dos limites de seu laboratório. Nesse caso, “imitar” é uma referência à capacidade de obtenção dos mais variados compostos químicos a partir da manipulação adequada de reagentes. Sobre este assunto, e tendo o alceno (abaixo) como material de partida, responda aos itens a seguir:

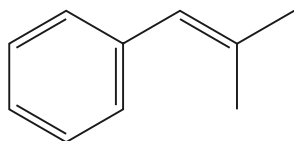


Escreva a fórmula estrutural plana de um composto que pode ser obtido quando esse é submetido à reação de ozonólise

18. (Enem) A ozonólise, reação utilizada na indústria madeireira para a produção de papel, é também utilizada em escalas de laboratório na síntese de aldeídos e cetonas. As duplas-ligações dos alcenos são clivadas pela oxidação com o ozônio (O_3), em presença de água e zinco metálico, e a reação produz aldeídos e/ou cetonas, dependendo do grau de substituição da ligação dupla. Ligações duplas dissustituídas geram cetonas, enquanto ligações duplas terminais ou monosustituídas dão origem a aldeídos, como mostra o esquema.



Considere a ozonólise do composto 1-fenil-2-metilprop-1-eno:



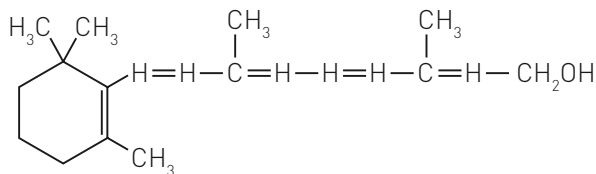
1-fenil-2-metilprop-1-eno

MARTINO, A. *Química, a ciência global*. Goiânia: Editora W, 2014 (adaptado)

Quais são os produtos formados nessa reação?

- x a) Benzaldeído e propanona.**
- b) Propanal e benzaldeído.
- c) 2-fenil-etanal e metanal.
- d) Benzeno e propanona.
- e) Benzaldeído e etanal

As questões **19** e **20** referem-se à vitamina A. Sua fórmula molecular estrutural é:



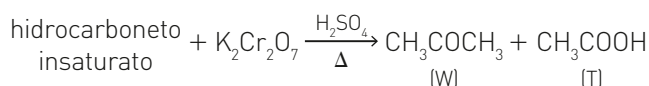
19. (PUC-SP) Para a hidrogenação de 1 mol de vitamina A, sem perda da função alcoólica, quantos mol de H_2 são necessários?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- x e) 5**

20. (PUC-SP) A oxidação de 1 mol de vitamina A, com quebra das duplas-ligações da cadeia lateral, pode produzir vários compostos. Dentre eles, há 2 mol de

- x a) CH_3COCHO .**
- b) CH_3COOH .
- c) $CHO - CHO$.
- d) $COOHCOOH$.
- e) CH_2OHCH_2OH .

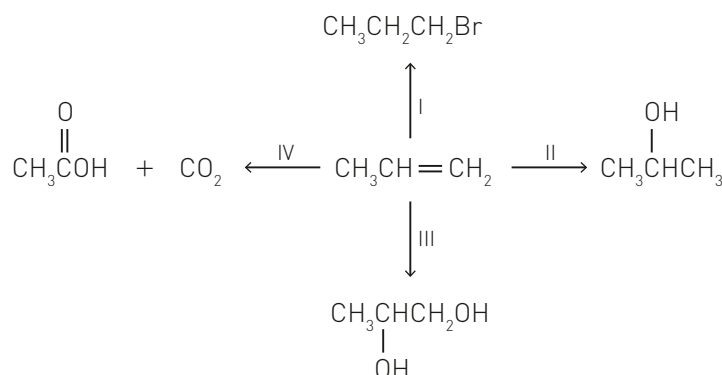
21. (Uerj) Um dos métodos de identificação de estruturas de hidrocarbonetos contendo ligações duplas ou triplas é feito a partir da análise dos produtos ou fragmentos, obtidos da reação de oxidação enérgica. Observe os produtos orgânicos da reação de oxidação enérgica de um hidrocarboneto insaturado:



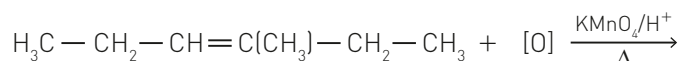
- a) Em relação ao hidrocarboneto insaturado, indique as fórmulas mínima e estrutural plana.
- b) Cite a nomenclatura oficial do composto W e determine a percentagem de carbono, em número de átomos, na substância T.

Desafiando seus conhecimentos

1. (UEPG-PR) A partir do propeno é possível obter diferentes compostos orgânicos, como mostra o esquema abaixo. Diante disso, assinale o que for correto.



- 01) O produto da reação I segue uma adição de Markovnikov.
 X 02) A reação II é uma hidratação.
 04) Na reação III ocorre uma redução.
 X 08) Na reação IV os produtos formados a partir da oxidação do propeno são ácido etanoico e gás carbônico.
2. (PUC-PR) Dada a reação:



obteremos como produtos:

I. propanal.

II. 2-butanona.

III. 4-metil-3-hexanol.

IV. ácido propanoico.

Estão corretas as afirmações:

a) I e III.

b) I e IV.

c) II e III.

d) I e II.

X e) II e IV.

3. (Cesgranrio-RJ) A combustão completa de 1 mol de um alceno X produz 4 mol de CO_2 , além de água. A mesma quantidade desse alceno, quando oxidada energeticamente (presença de KMnO_4 em meio ácido), produz 2 mol de um mesmo ácido carboxílico. A estrutura plana desse alceno é:

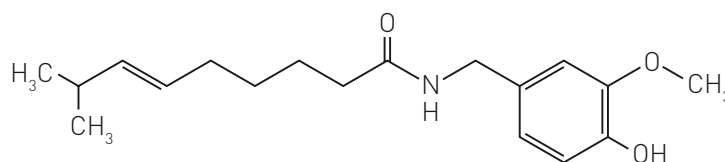
a) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ X d) $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$

b) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

e) $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{CH}_3 \end{array}$

c) $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \end{array}$

4. (Acafe-SC) O *spray* de pimenta é um tipo de agente lacrimogêneo que possui a capsaicina como princípio ativo.

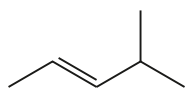


Fórmula estrutural da capsaicina

Baseado nas informações fornecidas e nos conceitos químicos é correto afirmar, exceto:

- a) A capsaicina possui os grupos funcionais amida, fenol e éter.
x b) A oxidação energética ($K_2Cr_2O_7$ ou $KMnO_4$ em meio ácido e quente) da capsaicina tem como produto majoritário um composto contendo o grupo funcional aldeído.
 c) Sob condições apropriadas a capsaicina pode sofrer ozonólise, formando compostos que apresentam a função química aldeído.
 d) Sob condições apropriadas, a capsaicina pode reagir com Br_2 em uma reação de adição.

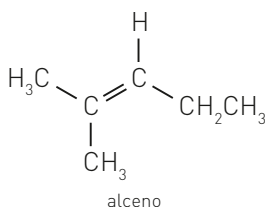
5. [PUC-RJ] Considere a substância a seguir sofrendo oxidação na presença de uma solução diluída de permanganato de potássio ($KMnO_4$) em meio levemente alcalino.



Nestas condições, o produto orgânico da reação é:

- a)
x d)
 b)
 e)
 c)

6. [UF-GO] Alcenos são hidrocarbonetos que apresentam ligação dupla entre átomos de carbono. São chamados de olefinas, palavra que significa “gerador de óleos”, em razão do aspecto oleoso dos que têm mais de cinco carbonos. Com base na fórmula química do alceno apresentada ao lado, considere as seguintes afirmativas:

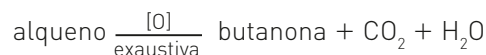


- I. De acordo com a nomenclatura IUPAC, o composto é o 2-metil-2-penteno.
 II. Alcenos são mais reativos do que alcanos por causa da ligação dupla entre átomos de carbono.
 III. Na adição iônica de HBr , o átomo de bromo se ligará ao carbono menos hidrogenado da dupla-ligação.

- IV. Esse composto apresenta isomeria cis-trans.
 V. Sob condições reacionais adequadas, na reação de ozonólise, podem ser obtidos como produtos a propanona e o propanal.

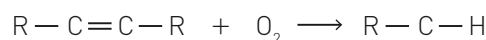
Marque a alternativa correta:

- a) As afirmativas I, II e III são falsas.
 b) As afirmativas II e IV são falsas.
 c) As afirmativas III e IV são falsas.
 d) As afirmativas III, IV e V são falsas.
x e) Apenas a afirmativa IV é falsa.
 7. [Fafeod-MG] A oxidação exaustiva de um alceno produziu butanona, gás carbônico e água. Qual a fórmula desse alceno?



- a)
 b)
 c) $CH_2=CH-(CH_2)_2-CH_3$
x d) $CH_3-CH=CH-CH_2-CH_3$
 e) $CH_2=C(CH_3)-CH_2-CH_3$

8. [Unicamp-SP] A equação a seguir representa, de maneira simplificada e incompleta, a formação de aldeídos na oxidação que ocorre em gorduras insaturadas, fenômeno responsável pelo aparecimento de gosto ruim (ranço), por exemplo, na manteiga.



- a) Escreva a equação química completa. Para evitar a deterioração dos alimentos, inclusive em função da reação anterior, muitas embalagens são hermeticamente fechadas sob nitrogênio ou sob uma quantidade de ar muito pequena. Além disso, nos rótulos de diversos produtos alimentícios embalados dessa forma encontram-se, frequentemente, informações como:
 Validade: 6 meses da data de fabricação se não for aberto.
 Após aberto, deve ser guardado, de preferência, em geladeira e consumido em até 5 dias.
 Contém antioxidante.
 Pode-se dizer que o antioxidante é uma substância, colocada no produto alimentício, que reage “rapidamente” com oxigênio.

Baseando-se nas informações anteriores, responda em termos químicos:

- b) Por que esse prazo de validade diminui muito após a abertura da embalagem?
c) Por que a recomendação de guardar o alimento em geladeira depois de aberto?

9. (PUC-PR) Um hidrocarboneto de fórmula molecular C_4H_8 apresenta as seguintes propriedades químicas:

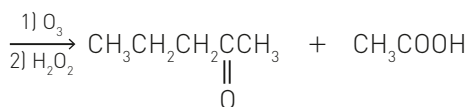
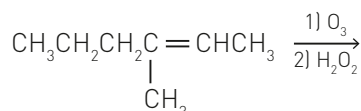
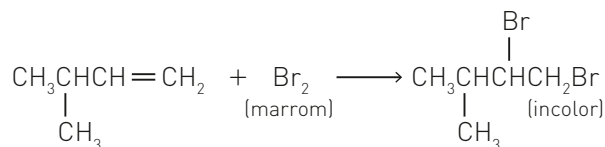
- I. Descora a solução de bromo em tetracloreto de carbono.
II. Absorve 1 mol de hidrogênio por mol de composto quando submetido à hidrogenação.
III. Quando oxidado energeticamente, fornece ácido propiônico e dióxido de carbono.

Esse hidrocarboneto é o:

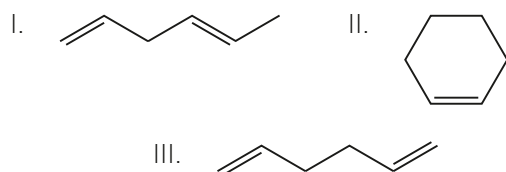
- a) ciclobutano. d) metilpropeno.
x b) 1-buteno. e) metilciclopropano.
c) 2-buteno.

10. (Fuvest-SP) Em solvente apropriado, hidrocarbonetos com ligação dupla reagem com Br_2 , produzindo compostos bromados; tratados com ozônio (O_3) e, em seguida, com peróxido de hidrogênio (H_2O_2), produzem compostos oxidados.

As equações químicas abaixo exemplificam essas transformações.



Três frascos, rotulados X, Y e Z, contêm, cada um, apenas um dos compostos isoméricos abaixo, não necessariamente na ordem em que estão apresentados:



Seis amostras de mesma massa, duas de cada frasco, foram usadas nas seguintes experiências:

- Às três amostras adicionou-se, gradativamente, solução de Br_2 , até perdurar ténue coloração marrom. Os volumes, em mL, da solução de bromo adicionada foram: 42,0; 42,0 e 21,0, respectivamente, para as amostras dos frascos X, Y e Z.

- As três amostras restantes foram tratadas com O_3 e, em seguida, com H_2O_2 . Sentiu-se cheiro de vinagre apenas na amostra do frasco X.

O conteúdo de cada frasco é:

	Frasco X	Frasco Y	Frasco Z
a)	I	II	III
x b)	I	III	II
c)	II	I	III
d)	III	I	II
e)	III	II	I

11. (UEL-PR) A gasolina é uma mistura de vários compostos. Sua qualidade é medida em octanas, que definem sua capacidade de ser comprimida com o ar, sem detonar, apenas em contato com uma faísca elétrica produzida pelas velas existentes nos motores de veículos. Sabe-se que o heptano apresenta octanagem 0 (zero) e o 2,2,4-trimetilpentano (isooctano) tem octanagem 100. Assim, uma gasolina com octanagem 80 é como se fosse uma mistura de 80% de isooctano e 20% de heptano.

Com base nos dados apresentados e nos conhecimentos sobre hidrocarbonetos, responda aos itens a seguir.

- a) Quais são as fórmulas estruturais simplificadas dos compostos orgânicos citados?
b) Escreva a equação química balanceada da reação de combustão completa de cada um dos hidrocarbonetos usados.

12. (Unifesp) A identificação dos produtos formados na ozonólise (seguida de hidrólise na presença de zinco) de um alceno permite identificar a estrutura do composto original, pois sabe-se que

- Carbono primário ou secundário da dupla ligação produz aldeído;
- Carbono terciário produz cetona.

Um alceno forneceu como produto desse tratamento apenas propanona como produto final. Este composto deve ser o

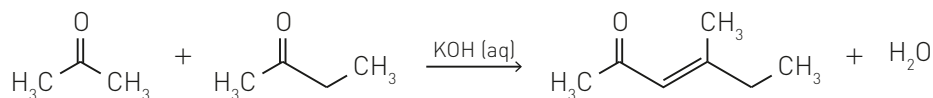
- a) hexeno-3.
b) 2-metil-penteno-1.
c) 2-metil-penteno-2.
d) 2-metil-buteno-2.
x e) 2,3-dimetil-buteno-2.

13. (Fuvest-SP) Dois tipos de reação, bastante utilizados na síntese e transformação de moléculas orgânicas, são:

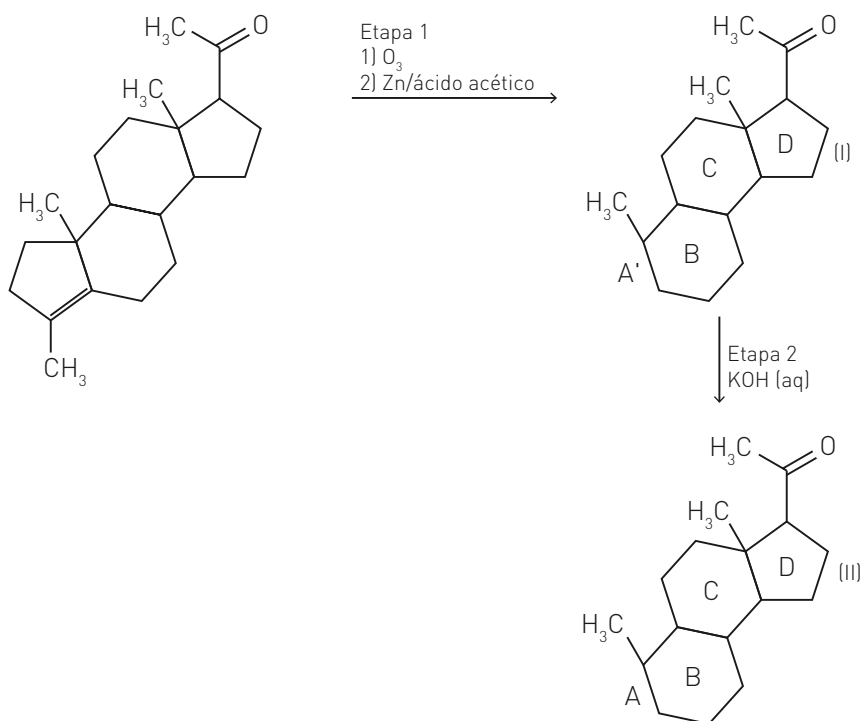
- Ozonólise: reação química em que cada carbono da ligação dupla de um composto orgânico forma uma ligação dupla com oxigênio, como exemplificado:



- Condensação aldólica: reação química em que dois compostos carbonílicos se unem e perdem água, formando um novo composto carbonílico com uma ligação dupla adjacente ao grupo carbonila, como exemplificado:



Em 1978, esses dois tipos de reação foram utilizados na síntese do hormônio progesterona, de acordo com a sequência abaixo, em que A' e A identificam, respectivamente, partes das fórmulas estruturais dos produtos I e II, cujas representações, abaixo, não estão completas.

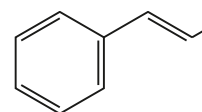


Complete as fórmulas estruturais

- do composto I;
- do composto II, em que A é um anel constituído por 6 átomos de carbono, e em que o anel B não possui grupo carbonila.

14. (Enem) O permanganato de potássio (KMnO₄) é um agente oxidante forte muito empregado tanto em nível laboratorial quanto industrial. Na oxidação de alcenos de cadeia normal, como o 1-fenil-1-propeno, ilustrado na figura, o KMnO₄ é utilizado para a produção de ácidos carboxílicos.

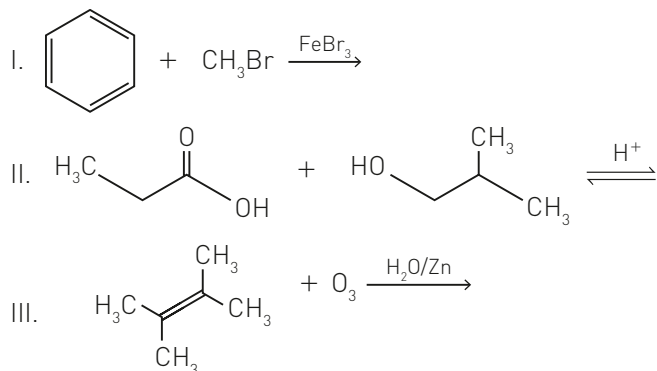
Os produtos obtidos na oxidação do alceno representado, em solução aquosa de KMnO₄, são:



1-fenil-1-propeno

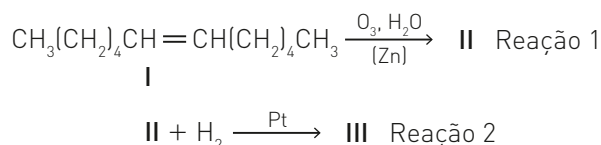
- ✗ a) Ácido benzoico e ácido etanoico.
- b) Ácido benzoico e ácido propanoico.
- c) Ácido etanoico e ácido 2-feniletanoico.
- d) Ácido 2-feniletanoico e ácido metanoico.
- e) Ácido 2-feniletanoico e ácido propanoico.

15. (UPM-SP) Em condições apropriadas, são realizadas as três reações orgânicas, representadas abaixo.

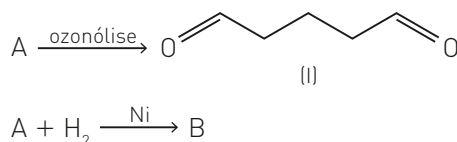


Assim, os produtos orgânicos obtidos em I, II e III são, respectivamente,

- a) bromobenzeno, propanoato de isopropila e acetona.
 - ✗ b) tolueno, propanoato de isobutila e propanona.
 - c) metilbenzeno, butanoato de isobutila e etanal.
 - d) metilbenzeno, isobutanoato de propila e propanal.
 - e) bromobenzeno, butanoato de propila e propanona.
16. (UFC-CE) Feromônios são substâncias químicas usadas na comunicação entre indivíduos da mesma espécie. Uma determinada espécie de formiga emite o feromônio de alarme III ao se preparar pra luta e, ao pressentir perigo de morte, emite o feromônio II. Esses dois feromônios podem ser obtidos a partir das reações abaixo:



- a) Escreva estrutura química do feromônio II.
 - b) Escreva a estrutura química de feromônio III.
 - c) Determine a massa de II obtida na reação I quando forem empregados 336,00 g do alceno, considerando-se um rendimento reacional de 50%.
17. (UFC-CE) O glutaraldeído (II) é um desinfetante bactericida muito efetivo contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas. Também é efetivo contra *Mycobacterium tuberculosis*, alguns fungos e vírus, inclusive contra o vírus da hepatite B e o HIV. Considerando a sequência reacional a seguir, responda os itens.



- a) Considerando que a fórmula molecular de A é C₅H₈, que este composto forma o glutaraldeído (II) por ozonólise e que adiciona 1 mol de H₂ para formar o composto B, represente as estruturas moleculares dos compostos A e B.
- b) Indique a classe de reação química envolvida na formação do composto B.

O potencial da macaúba

A oxidação das substâncias presentes nos alimentos provoca alterações em seu gosto, odor e aspecto. Além disso, pode originar substâncias com ação tóxica no organismo. São as reações de oxidação que estão por trás do gosto de “ranço” em uma manteiga ou margarina que foi submetida a altas temperaturas ou do gosto amargo de um suco de fruta que não foi consumido de imediato.

Em face disso, fica clara a importância, para a indústria de alimentos, de contar com aditivos que impeçam ou ao menos retardem o processo de oxidação de seus produtos, o que permite seu transporte, distribuição, comercialização e consumo em segurança. Esses aditivos, entre outros, são os antioxidantes.

Muitos temperos e ervas são de uso milenar na conservação de alimentos, com diferentes ações. O cravo-da-índia, por exemplo, é um poderoso antioxidante. O mesmo se pode dizer de ervas como o alecrim e o orégano.

Em 2013, foi divulgado um estudo que revelou propriedades antioxidantes no fruto da macaúba (*Acrocomia aculeata*), espécie de palmeira característica do bioma Cerrado, também conhecida pelos nomes macaúba, macaíba, bocaiuva, macaúva, coco-de-catarro, coco-baboso e coco-de-espinho. Ela já vinha sendo usada na indústria de cosméticos e como potencial matéria-prima de biocombustíveis, uma vez que seu fruto é rico em ácido oleico e ácido palmítico.

Segundo Priscila Becker Siqueira, professora da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal do Mato Grosso e autora do estudo, além de enzimas como lipase, celulase e pectinase, presentes na polpa, identificou-se a presença de atividades antioxidantes devido à presença de compostos fenólicos e flavonoides.

A exploração da macaúba se dá de forma extrativista, muitas vezes com uso de facas pelas comunidades locais, em um processo demorado.

Fontes: <www.cpac.embrapa.br>; <www.mda.gov.br>; <www.museunacional.ufrj.br>; <www.unicamp.br>. Acessos em: 26 jun. 2018.

Haroldo Palo Jr./Acervo do fotógrafo



Maciúba (*Acrocomia aculeata*), palmeira nativa do Cerrado, encontrada também em outros ambientes do Brasil. Altura máxima: 15 m.

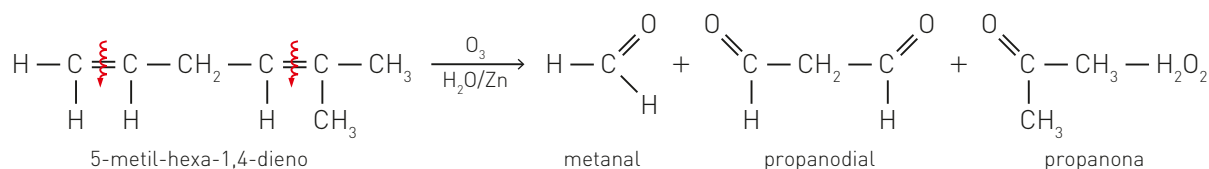
Reflita

1. O nome científico de uma espécie em geral nos dá pistas de suas características. No nome da macaúba, *Acrocomia aculeata*, o primeiro termo diz respeito ao gênero e deriva do grego *akron* (elevado) e *kome* (cabeleira). Observe a fotografia acima para analisar em que medida o nome reflete o aspecto dessa palmeira. E quanto ao termo que designa a espécie, *aculeata*? Se não souber, pesquise em livros de Biologia ou na internet o significado do termo “acúleo” e indique outra característica da macaúba que justifica o nome dessa espécie.
2. O extrativismo sustentável apresenta duas vantagens: promove a conservação dos biomas e o sustento ou a complementação da renda de agricultores familiares da região. Pesquise mais informações sobre esse tema, não só para o Cerrado como para outros biomas brasileiros. Compartilhe as informações com seus colegas.

Outras reações de oxidação

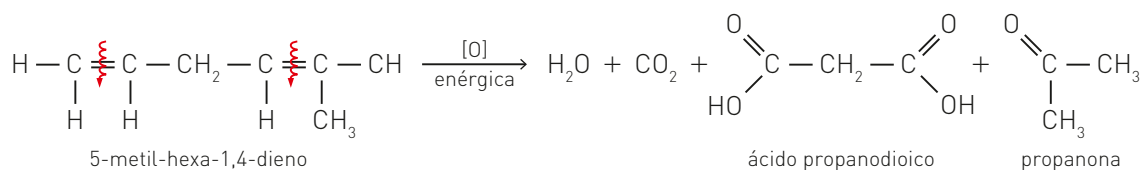
Ozonólise de dienos

São reações semelhantes às que ocorrem com os alquenos; porém, como há duas duplas-ligações, ocorrerá a formação de duas ozonidas e sua posterior hidrólise.



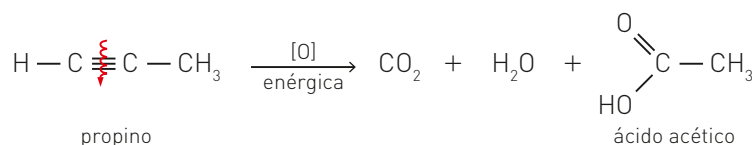
Oxidação enérgica de dienos

São reações semelhantes às que ocorrem com alquenos; porém, como há duas duplas-ligações, ambas serão rompidas no processo



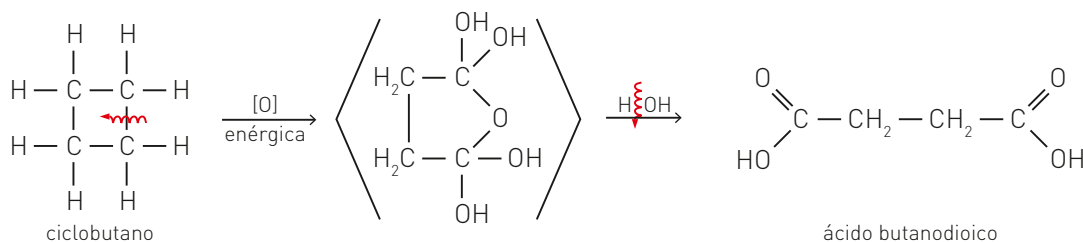
Oxidação enérgica de alquinos

Os alquinos, ao sofrerem oxidação enérgica, produzirão sempre ácidos carboxílicos, desde que a tripla ligação não esteja situada na ponta da cadeia. Caso a tripla esteja na ponta da cadeia, ocorrerá a formação de CO_2 e H_2O , de maneira análoga ao que acontece com os alquenos.

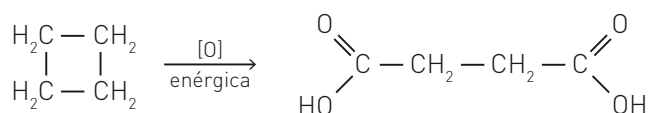


Oxidação enérgica de cicloalcanos

A oxidação enérgica de cicloalcanos acontece mais facilmente com os compostos cíclicos de 3 e 4 carbonos, devido a sua instabilidade, ocorrendo ruptura do anel:



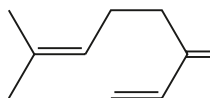
Resumidamente, temos:



Exercícios

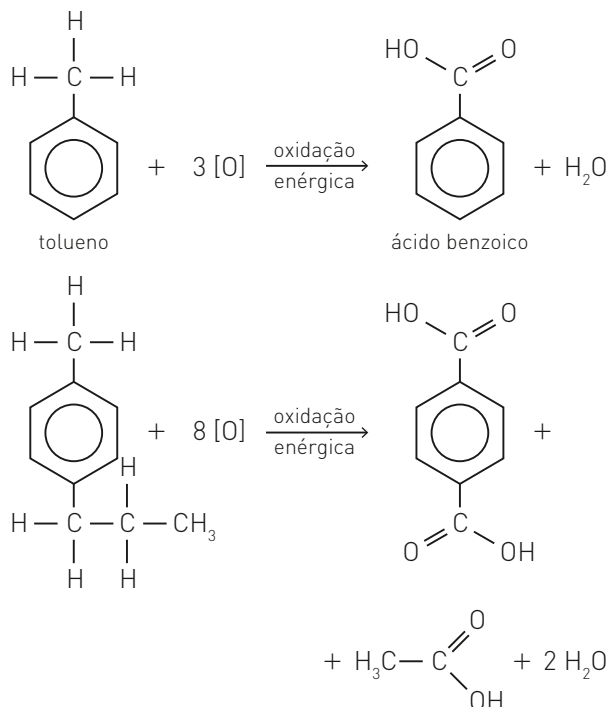
- Equacione as seguintes reações de oxidação:
 - ozonólise do hexa-1,4-dieno;
 - oxidação enérgica do hexa-1,4-dieno;
 - oxidação enérgica do but-2-ino;
 - oxidação enérgica do but-1-ino.
- (Fuvest-SP) Um alqueno e um cicloalcano isômeros, de fórmula C_4H_8 , sofreram oxidação enérgica, produzindo respectivamente ácido acético e ácido butanodioico. Escreva a fórmula estrutural desses isômeros.
- (UFV-MG) Um alqueno, ao ser submetido à ozonólise, produziu unicamente a seguinte cetona:

$$CH_3 - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C} - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C} - CH_3$$
 - Qual é o nome dessa cetona?
 - Represente a estrutura do alqueno que sofreu ozonólise.
 - Qual é o nome desse alqueno?
- (FEI-SP) Um alcino por oxidação enérgica dá origem a uma molécula de ácido etanoico e uma molécula de anidrido carbônico. Qual o nome desse alcino?
 - 2-butino ou butino-2.
 - etino ou acetileno.
 - 1-propino ou propino-1.
 - 1-pentino ou pentino-1.
 - 1-butino ou butino-1.
- (PUC-PR) As reações de oxidação são de suma importância em química orgânica, pois, por meio delas, pode-se obter outros compostos orgânicos de grande aplicação industrial, como diálcoois, ácidos, cetonas etc. Assim, a oxidação enérgica do 1-butino produz:
 - ácido pirúvico.
 - ácido propanoico somente.
 - 2 mol de ácido acético.
 - ácido propanoico, gás carbônico e água.
 - 2-butanona.
- (UFMA) O óleo essencial do lúpulo (*Humulus lupulus* L.) é constituído por vários compostos voláteis.



Entre eles, está o mirceno (acima), um monoterpene associado ao sabor amargo da cerveja. Dê as fórmulas estruturais dos principais produtos obtidos na ozonólise redutiva desse composto.

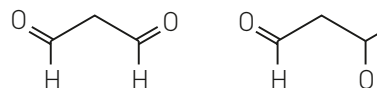
- Considere as reações a seguir:



Com base nas reações dadas, indique a fórmula estrutural dos compostos resultantes das seguintes oxidações:

- parametiltolueno;
- metaetiltolueno.
- ortometiltolueno;

- (UFMA) Um composto A reage com dois mol de hidrogênio na presença do catalisador de paládio produzindo o composto B. A ozonólise redutiva de A fornece os seguintes compostos orgânicos:



As estruturas dos compostos A e B são respectivamente:

- 1,4-ciclohexadieno e 1,4-dimetilciclohexano
- 1,3-ciclohexadieno e 1,3-dimetilciclohexano
- 1,4-ciclohexadieno e 1,4-dimetilciclohexano
- 1,3-ciclohexadieno e 1,3-dimetilciclohexano
- 1,4-ciclohexadieno e 1,4-dimetilciclohexano

Reações de outras funções orgânicas

Diante do esgotamento iminente das fontes de combustíveis fósseis, é necessário buscar fontes alternativas de energia. A gasolina já vem sendo substituída pelo etanol (álcool etílico hidratado); e atualmente estão em estudo biocombustíveis derivados de óleos e gorduras para a substituição do óleo diesel, o combustível fóssil mais usado no país.

Você sabe quais são as principais fontes vegetais utilizadas na produção do biodiesel? Quais reações químicas estão envolvidas nessa produção?

nirapai boonpheng/Shutterstock

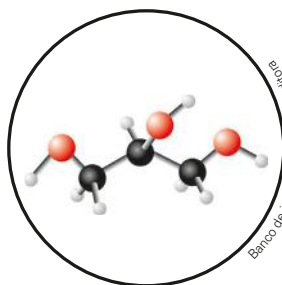
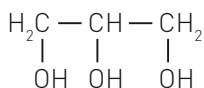
NESTA UNIDADE VAMOS ESTUDAR:

- Reações envolvendo álcoois.
- Reações envolvendo aldeídos e cetonas.
- Ácidos graxos.
- Triglicerídeos (óleos e gorduras).
- Reação de saponificação (sabão).
- Reação de transesterificação (biodiesel).

Álcoois

Depois dos hidrocarbonetos, provavelmente os compostos da função álcool são os de maior importância para a nossa vida, tanto pelo uso direto como pela utilidade na preparação de outros compostos orgânicos.

Além do metanol e do etanol, que já estudamos, existem outros álcoois igualmente importantes, relacionados com nosso cotidiano de forma direta. Alguns exemplos são a glicerina, o etilenoglicol e o álcool isopropílico.



Banco de Imagens/Arquivo da editora

Glicerol, glicerina ou propanotriol

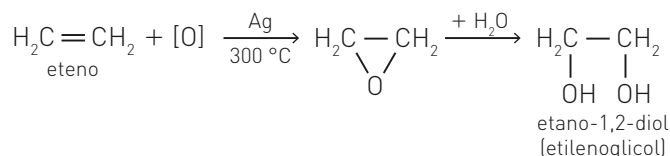
Até recentemente a glicerina era obtida no processo de fabricação de sabões, a partir de óleos e gorduras. Atualmente, no Brasil, sua principal fonte de produção são óleos vegetais usados na obtenção do biodiesel.

A glicerina é utilizada na produção de:

- rações para animais;
- plásticos e papel celofane;
- explosivos como a dinamite (nitroglicerina);
- balas, bombons e chocolates e no recheio de produtos de confeitaria.

Etilenoglicol

Esse diálcool, comercializado com o nome de *antifreezer* (anticongelante), é comumente adicionado à água dos radiadores dos automóveis com a finalidade de aumentar a temperatura de ebulição e, também, de diminuir a temperatura de congelamento da água. É obtido pela oxidação controlada do eteno:



// A glicerina, nas condições ambientes, é um líquido incolor, viscoso, de sabor levemente adocicado e não tóxico.

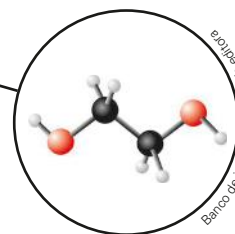


Thinkstock/Getty Images

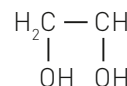
// Os primeiros sabonetes foram produzidos por volta de 1878. Eles diferem do sabão comum por serem produzidos a partir de matéria-prima com grande teor de pureza, à qual são adicionados corantes e essências. Os sabonetes glicerizados recebem a adição de glicerina, que age como umectante e amaciante.

// O etilenoglicol é um líquido viscoso e tóxico. Sua ingestão causa dores de cabeça, inconsciência, náuseas e vômitos e torna a respiração mais rápida. Em caso de acidente, o mais indicado é procurar um centro de tratamento para envenenamentos.

Sérgio Dotta Jr./Arquivo da editora



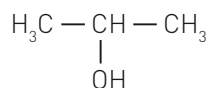
Banco de Imagens/Arquivo da editora



Propan-2-ol ou álcool isopropílico

Esse monoálcool, nas condições ambientes, é um líquido incolor, transparente, solúvel em água e bastante volátil.

Quando comercializado em solução aquosa a 70%, é usado como desinfetante da pele, tanto nos preparativos cirúrgicos como na aplicação de injeções.



Além de compreender o uso cotidiano de alguns álcoois, é importante conhecer suas propriedades para entender sua importância na síntese de outros compostos. Por exemplo, uma das propriedades químicas do mais comum dos álcoois — o etanol — é a sua capacidade de produzir energia ao sofrer combustão, reagindo com o oxigênio.

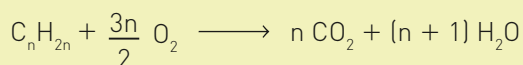
Reações dos álcoois

Reações com o oxigênio

Essas reações são denominadas genericamente **reações de oxidação**, pois nelas ocorre um aumento no número de oxidação (Nox) do carbono ligado ao grupo funcional ou, no caso das combustões, de todos os carbonos da molécula. Veja, a seguir, os tipos de oxidação que podem ocorrer com os álcoois.

Combustão

A mais completa das oxidações é a combustão. A equação que representa a combustão completa de um álcool alifático saturado pode ser dada por:

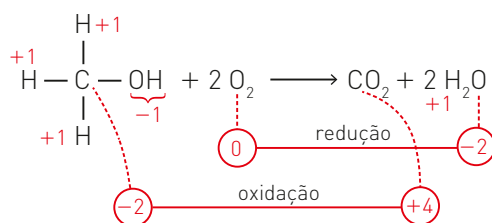


Os dois álcoois comumente utilizados como combustíveis são o metanol e o etanol.

Metanol

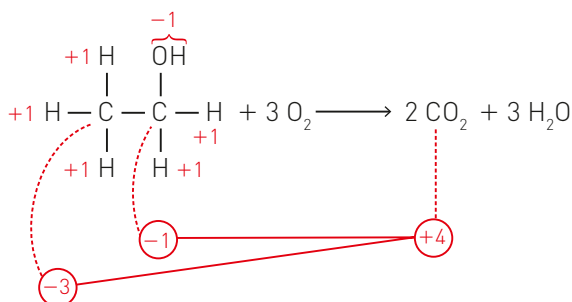
O metanol é considerado um bom substituto da gasolina, particularmente em áreas urbanas, onde os níveis de poluição produzidos por veículos automotivos são muito altos. Isso se deve ao fato de sua queima ser mais completa do que a da gasolina, o que diminui a emissão de gases poluentes, além de não conter óxidos de enxofre. Nos Estados Unidos, é utilizado diretamente ou misturado à gasolina desde 1980.

Sua combustão completa pode ser assim representada:



Etanol

No Brasil, o álcool utilizado como combustível é o etanol hidratado ou anidro misturado à gasolina. Sua combustão completa pode ser assim representada:



O álcool isopropílico é o mais indicado para a limpeza de componentes eletrônicos. Também é utilizado na limpeza de vidros e é um dos componentes de produtos de limpeza de lentes de contato.

Brasil explora o álcool como substituto do petróleo

Logo após a primeira grande crise mundial do petróleo, a partir de 1973, o governo brasileiro decidiu criar um combustível alternativo que substituísse a gasolina e, portanto, a dependência do país em relação aos derivados de petróleo, que era quase total à época [...].



Irmo Celsio/Abriil Comunicações S.A.

// Carro a álcool: você ainda vai ter um. Essa frase era um *slogan* para incentivar a compra de carros a álcool.

Foi assim que nasceu, em 1975, o Pró-Álcool, que, além de contar com recursos do governo para pesquisa e desenvolvimento do novo combustível, previa subsídios na venda de veículos e do próprio combustível e também a redução de impostos.

O programa teve seu ápice em meados dos anos 80, quando 96% dos automóveis novos vendidos no país eram movidos a álcool. Naquela época, o Brasil passou por um sério problema de desabastecimento com a falta desse combustível.

Quando os preços internacionais do petróleo recuaram no início dos anos 90, os brasileiros voltaram a dar preferência por comprar carros a gasolina. Em 2003, apenas 10% dos carros novos vendidos pela indústria brasileira eram movidos a álcool.

Em 2004, surge uma nova revolução: os carros com motores flexíveis, conhecidos como Flex, que são bicombustíveis — funcionando tanto com álcool como com gasolina ou com a mistura de ambos em qualquer proporção. Como o preço do álcool estava baixo, o consumo do combustível cresceu. Isso se refletiu nas vendas de carros no país. Em dezembro de 2005, 73% dos automóveis vendidos no país eram Flex.

[...]

Uma alternativa real ao petróleo?

Para Luis Augusto Barbosa Cortez, professor da Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp (Universidade Estadual de Campinas), o carro que funciona com álcool é uma realidade. “Hoje, no Brasil, ou você tem um carro bicombustível ou um carro que roda com 25% de álcool e 75% de gasolina [a gasolina vendida nos postos brasileiros tem, obrigatoriamente, pelo menos 25% de álcool anidro]. Isso já é realidade”, diz.

[...]



izmocars/izmo/Corbis /Latinstock

// Segundo dados publicados pela Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea — <www.anfavea.com.br>), em 2017, os veículos Flex representaram 88,6% das vendas no Brasil.

Muitas vantagens e poucos inconvenientes

“O uso do álcool representa uma série de vantagens em relação a outros tipos de combustíveis”, explica a professora e economista Aparecida de Angelo Teixeira, da PUC-SP (Pontifícia Universidade Católica de São Paulo). Em primeiro lugar, diz, “em algumas regiões brasileiras, o álcool chega a ser vendido com preços de 40% a 45% menores, por litro, em relação à gasolina. O motor a álcool tem um consumo maior por quilômetro rodado, mas comercializado a até 30% abaixo do preço da gasolina ainda é vantajoso”. [...]

“Eu identifico no álcool benefícios econômicos, ambientais e tecnológicos”, afirma Reinaldo Pisani Júnior, engenheiro químico e professor da Unaerp (Universidade de Ribeirão Preto). Segundo ele, o mais importante é que o álcool provém de uma fonte renovável, ao contrário do petróleo. Além disso, Pisani Júnior explica que “a quantidade de CO₂ [dióxido de carbono, que provoca o chamado ‘efeito estufa’] que o carro emite quando queima o álcool vai ser reabsorvida quando a planta cresce. Se você for analisar o fluxo de carbono, o balanço de carbono nesse contexto, você vai ver que ele é ligeiramente positivo, a planta retém um pouco mais de carbono do que o álcool libera na queima. Grosso modo, o álcool tem um impacto benéfico em relação aos gases do ‘efeito estufa’”. Ele explica também que, quando o álcool é adicionado à gasolina, é reduzida a emissão de CO (monóxido de carbono) e de material particulado.

No campo econômico, Pisani destaca que o álcool contribui positivamente para a balança comercial do país. De acordo com o professor, o ganho de escala proveniente da produção de etanol trouxe barateamento na produção de açúcar. Assim, esse produto ganha competitividade em nível internacional. E a produção de álcool no Brasil é equivalente a uma redução de importação de 200 mil barris/dia de petróleo. Além disso, a indústria do álcool e a do açúcar geram mais de milhão de empregos no país.

[...]

O futuro nos dirá se o caminho trilhado pelo Brasil até aqui no mundo dos combustíveis alternativos se firmará como marcante no cenário mundial.

*Universia-Knowledge@Wharton. Traduzido pelos autores.
Disponível em: <www.wharton.universia.net/index.cfm?fa=viewArticle&id=1109>. Acesso em: 18 abr. 2018.*

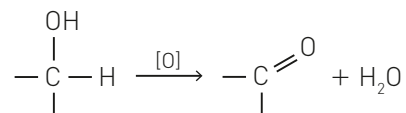
Reflita

1. Quais os possíveis benefícios econômicos, ambientais e tecnológicos do uso do álcool como combustível, em comparação ao uso da gasolina ou do óleo diesel?
2. Explique por que, com o uso do álcool, o balanço de carbono é ligeiramente positivo.
3. Sabe-se que é economicamente mais vantajoso abastecer carros bicombustíveis com álcool em vez de gasolina se o preço do álcool não ultrapassar 70% do preço da gasolina. Admita que, para encher um tanque com capacidade de 45 litros de combustível, o dono de um carro bicombustível teria gasto R\$ 121,05 para abastecê-lo com gasolina. Sabendo-se que o preço do litro do álcool em tal posto era R\$ 1,59, seria mais vantajoso ele ter abastecido com álcool?
4. Explique por que o preço do álcool combustível varia ao longo do ano e em diferentes regiões do país.

Outras oxidações

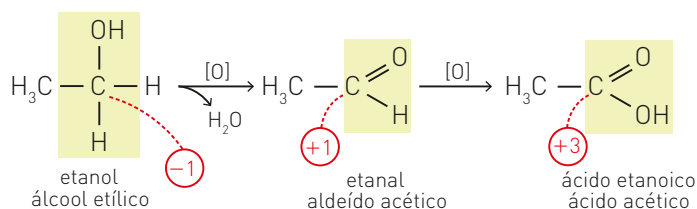
Existem outras reações de oxidação de álcoois que ocorrem na presença de um agente oxidante. Em laboratório, os agentes oxidantes mais utilizados são o KMnO_4 ou o $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (concentrados, em meio ácido, a quente), ou mesmo o O_2 , com o auxílio de um catalisador apropriado.

Essas substâncias têm a propriedade de liberar oxigênio nascente $[\text{O}]$, que ataca os hidrogênios pertencentes ao carbono ao qual a hidroxila (OH) está ligada:



Álcoois primários, secundários e terciários, quando tratados com agentes oxidantes, comportam-se de maneiras diferentes. Veja, a seguir, como isso ocorre.

Oxidação de álcool primário

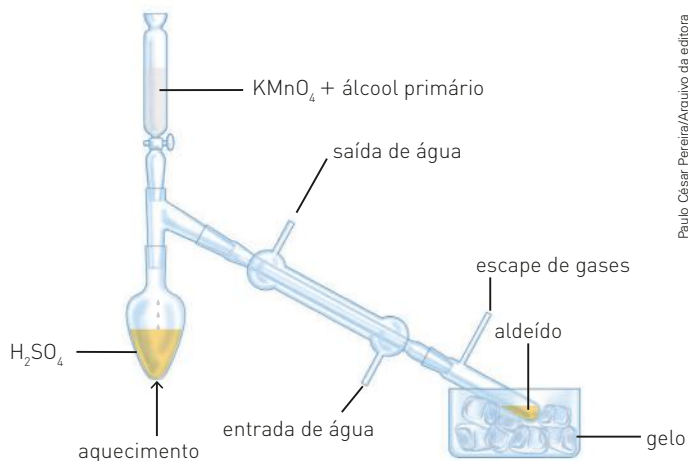


Generalizando, temos:



Oxidação em laboratório

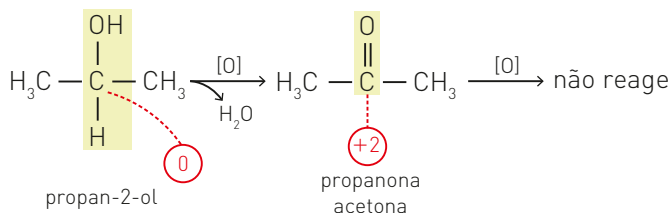
Durante a oxidação de um álcool primário, pode-se obter somente o aldeído utilizando a aparelhagem adequada, como a esquematizada abaixo.



Paulo César Pereira/Arquivo da editora

Quando a mistura de KMnO_4 e álcool entra em contato com o H_2SO_4 aquecido, forma-se o aldeído, que, por ser a substância mais volátil, passa para o estado de vapor e é destilado. Isso impede que o aldeído seja oxidado a ácido carboxílico.

Oxidação de álcool secundário

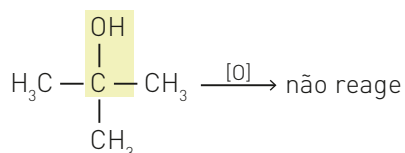


Generalizando, temos:

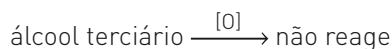


O produto final da oxidação de um álcool secundário será uma cetona, que não sofre oxidação devido ao fato de não apresentar hidrogênio ligado ao carbono do grupo funcional.

Oxidação de álcool terciário



Generalizando, temos:

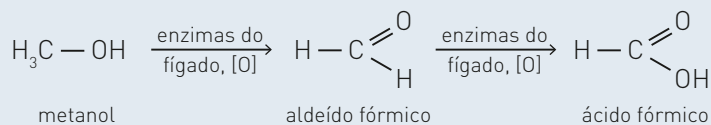


Por não apresentar hidrogênio ligado ao carbono do grupo funcional, esses álcoois não sofrem oxidação.

Processos que envolvem oxidação de álcoois

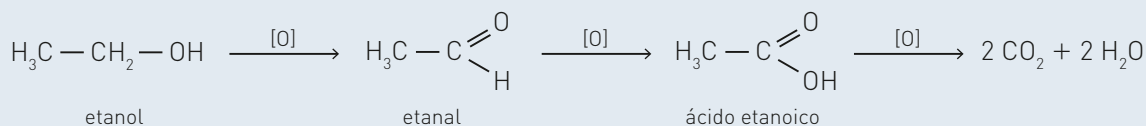
Oxidação dos álcoois no corpo

A grande toxicidade do metanol deve-se à sua oxidação, que produz aldeído e ácido fórmico. Esse ácido destrói as células da retina do olho.

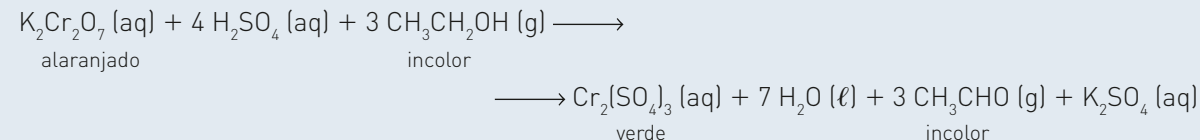


O ácido fórmico produzido acarreta a diminuição do pH do sangue. Em hospitais, esse aumento de acidez é neutralizado pela administração de NaHCO_3 .

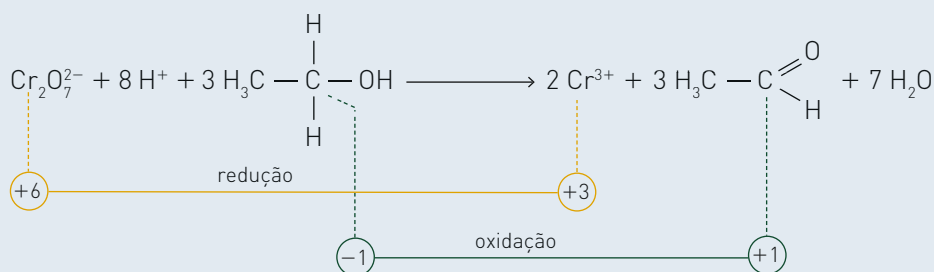
Outra maneira de combater o envenenamento pelo metanol consiste na administração do etanol, pois a oxidação irá ocorrer, de preferência, com o etanol e em maior extensão.



Esse processo facilita a metabolização mais rápida do ácido fórmico, produzindo CO_2 e H_2O .



Equação iônica:



Em um laboratório, podemos montar um sistema que permite observar como funciona o bafômetro.



// A pisseta contém pequena quantidade de álcool comum ou bebida alcoólica.

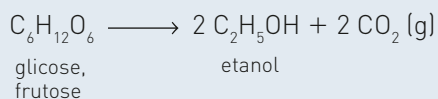


Pressione levemente o corpo da pisseta, fazendo que o vapor contendo álcool entre em contato com a solução. A reação de oxidação do etanol fica evidenciada pela mudança de cor.

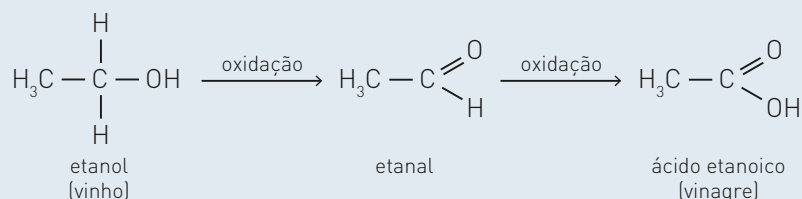
Fotos: Sérgio Dotta - Ir/Arquivo da editora

Da uva ao vinho e do vinho ao vinagre

Durante o processo de fermentação das uvas prensadas e/ou moídas, seus açúcares (glicose e frutose) são transformados em etanol. Esse processo pode ser representado pela equação a seguir:



Essa alteração pode ser representada por:



Nas bebidas destiladas, não ocorre a oxidação do etanol, portanto nem a produção de ácido acético, devido à ausência de micro-organismos, que são mortos durante o aquecimento necessário à destilação, e ao seu elevado teor alcoólico, que inibe o desenvolvimento desses micro-organismos.

Retardando a oxidação

De acordo com os enólogos, vários cuidados devem ser tomados com a finalidade de impedir ou retardar a oxidação do vinho.

Uma garrafa de vinho deve ser guardada, preferencialmente, em ambiente pouco iluminado, com temperatura ao redor de 16 °C e na posição horizontal ou ligeiramente inclinada.

O ambiente que apresenta essas características é favorável à conservação, pois tanto a luz quanto a temperatura podem agir como aceleradores dos processos de oxidação. Já a posição da garrafa está relacionada ao umedecimento da rolha pelo vinho, o que impede a entrada do agente oxidante: o oxigênio presente no ar.

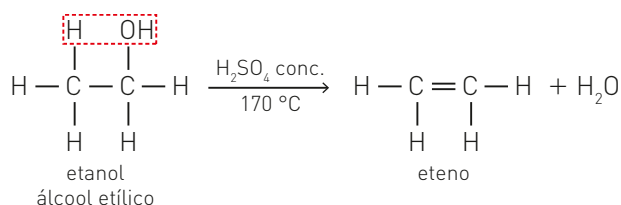
Desidratações

A desidratação consiste na perda de água e pode ocorrer mediante um aquecimento em condições adequadas ou sob a ação de agentes desidratantes. Nesse caso, o ácido sulfúrico concentrado, a quente (H_2SO_4 , conc., Δ), é o agente mais comumente utilizado.

Os álcoois podem sofrer dois tipos de desidratação, dependendo das condições em que a reação ocorre.

Desidratação intramolecular

Na desidratação intramolecular, ocorre a saída de 1 molécula de água de 1 única molécula de álcool:



Nesse tipo de reação, ocorre a saída do grupo OH e de um átomo de hidrogênio do carbono vizinho, originando um alqueno e água.

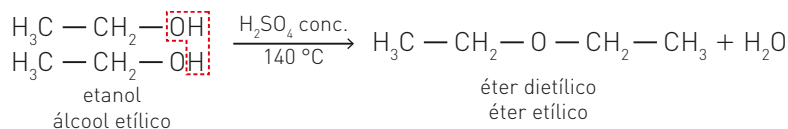
SAIBA MAIS

O que Einstein disse a seu cozinheiro: a ciência na cozinha, de Robert L. Wolke. Editora Jorge Zahar.

Por que os alimentos não grudam em uma frigideira antiaderente? Em mais de cem perguntas, este livro explica a ciência da cozinha discutindo mitos e ajudando a interpretar rótulos e propagandas. Também contém receitas criadas para demonstrar os princípios científicos apresentados.

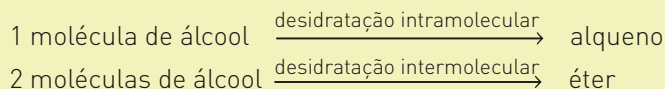
Desidratação intermolecular

Na desidratação intermolecular, ocorre a saída de 1 molécula de água a partir de 2 moléculas de álcool, que interagem pelos grupos OH devido à formação de ligações de hidrogênio:



Nesse tipo de desidratação, ocorre a saída do grupo OH de uma molécula de álcool e de hidrogênio do grupo OH da outra molécula, originando éter e água.

Generalizando, temos:

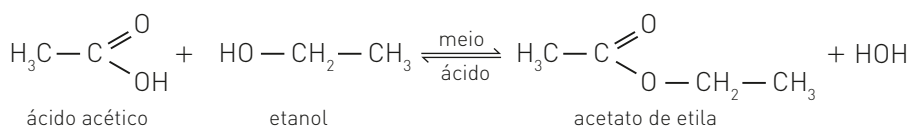


Esterificação

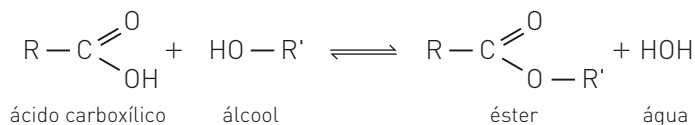
Essa reação ocorre quando um ácido reage com um álcool produzindo éster e água, e a reação inversa é denominada reação de **hidrólise**.



Quando o ácido acético, por exemplo, é colocado em contato com o etanol, entre as moléculas dos dois compostos ocorrem interações dos grupos OH, devido às ligações de hidrogênio, o que facilita a saída de uma molécula de água:

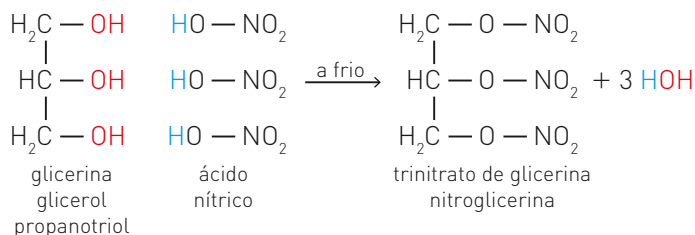


Genericamente, essas reações podem ser representadas por:



Experimentalmente, verifica-se que, quando essas reações ocorrem entre um ácido carboxílico e um álcool primário, a água é formada pelo grupo OH do ácido e pelo hidrogênio do grupo OH do álcool.

Caso se utilizem ácidos inorgânicos ou álcoois secundários ou terciários, a água será formada pelo OH do álcool e pelo hidrogênio do grupo OH do ácido. Um exemplo desse fato pode ser verificado na reação a seguir:



O nome **nitroglicerina** dá uma ideia errada a respeito da função à qual esse composto pertence. A denominação **nitro** é característica de nitrocompostos ($\text{R}-\text{NO}_2$), nos quais o grupo NO_2 se liga diretamente ao carbono. Na realidade, a nitroglicerina é um **éster**, pois foi obtida pela reação entre um **álcool** e um **ácido inorgânico**.

Nitroglicerina

A nitroglicerina foi produzida pela primeira vez em 1846 pelo químico italiano Ascanio Sobrero (1812-1888), que felizmente sobreviveu para relatar sua descoberta. Ao misturar glicerol e ácido nítrico, ele obteve um líquido viscoso, amarelo-claro, que explodiu violentamente ao sofrer um choque mecânico.

O químico sueco Alfred Nobel (1833-1896) interessou-se por essa descoberta e, em 1862, começou a produzir nitroglicerina em uma pequena fábrica perto de Estocolmo. Em 1864, a fábrica foi destruída por uma explosão que matou cinco pessoas, incluindo seu irmão mais novo, Emil Nobel.

Album/akg-images/Latinstock



// Alfred Nobel, assim como seu pai, sempre se interessou pelo uso de explosivos na engenharia civil. Ao fim da Primeira Guerra Mundial, ao ler seu obituário, publicado por engano em um jornal sueco, percebeu que seria lembrado como um inventor de explosivos que causaram um grande número de mortes e destruições. Por esse motivo, criou o Prêmio Nobel.

Em 1866, Alfred Nobel descobriu que a nitroglicerina podia se tornar mais estável e de mais fácil manuseio quando absorvida por um material inerte e poroso, como a serragem ou a terra infusória (esqueletos calcários de diatomáceas). Assim, estava descoberta a **dinamite**, cujo nome foi patenteado por Nobel.

Com essa descoberta, Nobel tornou-se um homem muito rico. Porém, era uma pessoa solitária, que nunca se casou e sofria de depressão crônica. Ele havia descoberto o mais poderoso explosivo de uso militar para a época e, por esse motivo, sofreu muitas críticas e foi alvo de muitos protestos, o que piorou suas condições. Assim, Nobel estabeleceu que toda a sua fortuna e os rendimentos da patente da nitroglicerina seriam usados para premiar pessoas cujo trabalho tivesse resultado em grandes benefícios para a humanidade, inclusive na promoção da paz e da fraternidade entre as nações.

Em Medicina, a nitroglicerina é usada para diminuir as dores provocadas pela *angina pectoris*, causadas por falta de oxigenação nos músculos do coração. A nitroglicerina funciona como vasodilatador, relaxando o músculo cardíaco e os músculos lisos dos vasos sanguíneos e aumentando o fluxo de sangue e de oxigênio no coração.

// Atualmente, a dinamite é constituída de uma mistura, prensada em forma cilíndrica, que contém 15% de trinitrato de glicerina, 55% de nitrato de amônio (detonador), 15% de nitrato de sódio e 15% de polpa de madeira.



Lew Robertson/Corbis/Getty Images

Hidratação de alquenos

$$\begin{array}{ccc}
 \text{R}-\text{C}=\text{C}-\text{R} + \text{HOH} & \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} & \text{R}-\text{C}(\text{OH})-\text{C}(\text{H})-\text{R} \\
 \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \text{alqueno} \end{array} & \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \text{álcool} \end{array}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} \text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{HOH} & \xrightarrow[300\text{ }^\circ\text{C}]{70\text{ atm}} & \begin{array}{c} \text{OH} \\ | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2 \end{array} \\ \text{eteno} \qquad \qquad \text{áqua} & & \text{etanol} \end{array}$$

A redução de um ácido carboxílico produz, em uma primeira etapa, um aldeído que, ao ser reduzido, produz um álcool primário.

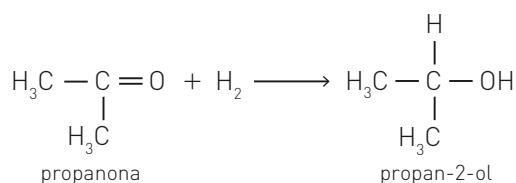
$$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})\text{OH} + \text{H}-\text{H} \longrightarrow \left[\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{OH})_2\text{H} \right] \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})\text{H} + \text{H}_2\text{O}$$
 ácido acético aldeído acético

aldeído acético + H₂ → álcool etílico

$$\begin{array}{ccccccc} \text{H}_3\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OH} \end{array} & + \text{H}_2 & \xrightleftharpoons[\text{H}_2\text{O}]{} & \text{H}_3\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{array} & \xrightarrow{+\text{H}_2} & \text{H}_3\text{C}-\text{C} \begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array} -\text{OH} \\ \text{ácido acético} & \text{gás} & & \text{aldeído acético} & & \text{álcool etílico} \\ & \text{hidrogênio} & & & & \end{array}$$

Redução de uma cetona

Da mesma forma, uma cetona, ao ser reduzida, originará um álcool secundário.



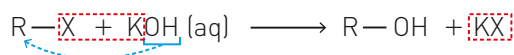
Genericamente, a partir de todas essas informações, temos:

- álcool primário $\xrightleftharpoons[\text{H}_2 \text{ ou } [\text{H}]]{[\text{O}] \text{ ou } \text{O}_2}$ aldeído $\xrightleftharpoons[\text{H}_2 \text{ ou } [\text{H}]]{[\text{O}] \text{ ou } \text{O}_2}$ ácido carboxílico
- álcool secundário $\xrightleftharpoons[\text{H}_2 \text{ ou } [\text{H}]]{[\text{O}] \text{ ou } \text{O}_2}$ cetona $\xrightarrow{[\text{O}] \text{ ou } \text{O}_2}$ não ocorre
- álcool terciário $\xrightarrow{[\text{O}] \text{ ou } \text{O}_2}$ não ocorre

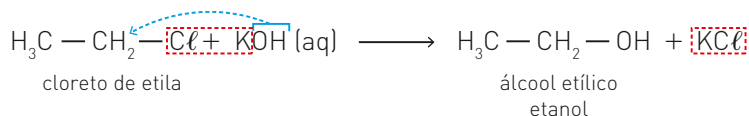
Reação de substituição em haletos orgânicos

Os álcoois podem ser obtidos de diferentes maneiras, por exemplo, na fermentação de açúcares e na redução de ácidos carboxílicos, aldeídos e cetonas.

Em laboratório, outra maneira de obter álcoois consiste em fazer a reação entre um haleto orgânico ($\text{R} - \text{X}$) e o hidróxido de potássio em solução aquosa [KOH (aq)]. Nessa reação, o átomo de halogênio (X) liga-se ao potássio (K), formando um sal (KX):



Por esse método, o álcool etílico pode ser obtido, por exemplo, a partir de um haleto de etila. Veja:



Exercício resolvido

(Vunesp-SP) O etanol, também conhecido por álcool etílico, metilcarbinol ou espírito do vinho, pode ser obtido por vários métodos, como:

- fermentação alcoólica da glicose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$);
- hidrólise do cloreto de etila em meio básico;
- hidratação do eteno em presença do ácido sulfúrico;
- hidrogenação do etanal.

(Massas atômicas: $\text{C} = 12,0$; $\text{H} = 1,01$; $\text{O} = 16,0$; $\text{Cl} = 35,5$)

- a) Supondo que todas as reações produzem etanol com rendimento de 100%, partindo-se de

mesma massa do reagente orgânico em cada reação e sabendo que os demais reagentes estão em excesso, indique as reações que produzem a maior e a menor massa de etanol. Justifique.

- b) Supondo, também, que se dispõe de 122 g do reagente orgânico, calcule a maior massa obtida de etanol.

Solução

- a) Vamos equacionar todas as reações de obtenção do etanol mencionadas e determinar as massas molares dos reagentes orgânicos.

I. Fermentação da glicose



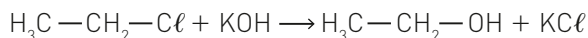
$$1 \text{ mol} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 2 \text{ mol}$$

$$180 \text{ g} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 92 \text{ g}$$

$$m \text{ (g)} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad x$$

$$x = \frac{m \cdot 92}{180} \text{ g de etanol}$$

II. Hidrólise do cloreto de etila



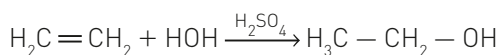
$$1 \text{ mol} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 1 \text{ mol}$$

$$64,5 \text{ g} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 46 \text{ g}$$

$$m \text{ (g)} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad y$$

$$y = \frac{m \cdot 46}{64,5} \text{ g de etanol}$$

III. Hidratação do eteno



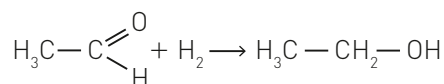
$$1 \text{ mol} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 1 \text{ mol}$$

$$28 \text{ g} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 46 \text{ g}$$

$$m \text{ (g)} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad z$$

$$z = \frac{m \cdot 46}{28} \text{ g de etanol}$$

IV. Hidrogenação do etanal



$$1 \text{ mol} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 1 \text{ mol}$$

$$44 \text{ g} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 46 \text{ g}$$

$$m \text{ (g)} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad w$$

$$w = \frac{m \cdot 46}{44} \text{ g de etanol}$$

Comparando os valores de x, y, z e w, percebe-se que z é o maior; portanto, é na hidratação do eteno que ocorre a maior produção de etanol. Como x é o menor, a fermentação da glicose é a reação na qual ocorre a menor produção desse álcool.

b) Para calcularmos a maior massa obtida de etanol com 122 g do reagente orgânico, devemos utilizar a expressão:

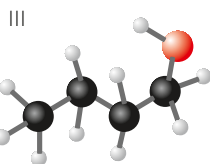
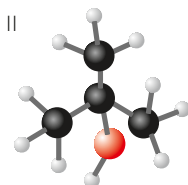
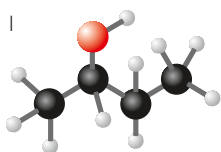
$$z = \frac{m \cdot 46}{28} \text{ g de etanol}$$

e substituir o m por 122 g:

$$z = \frac{122 \cdot 46}{28} = 200 \text{ g de etanol}$$

Fundamentando seus conhecimentos

Observe os modelos de moléculas de álcoois isômeros:

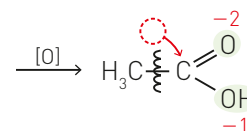
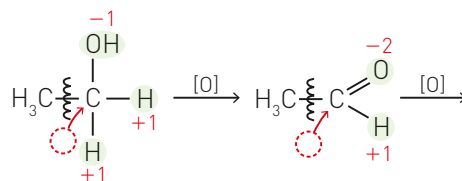


Ilustrações: Banco de Imagens/Arquivo da editora

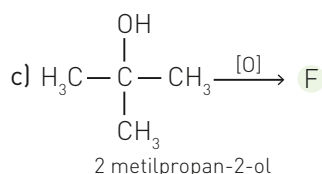
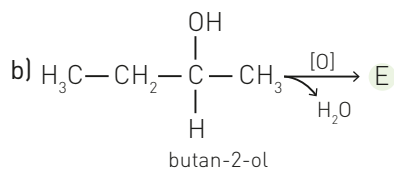
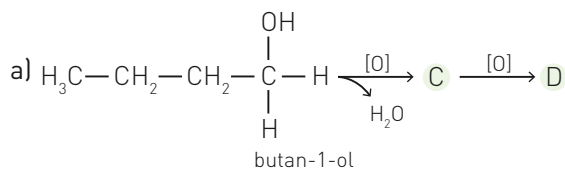
e responda às questões 1 a 7.

- Dê o nome de cada molécula.
- Na combustão completa de 1 mol de qualquer um dos álcoois, qual o número de mol de gás carbônico produzido?
- Qual deles irá produzir um aldeído em sua oxidação parcial?

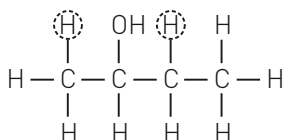
- Qual deles irá produzir um ácido carboxílico em sua oxidação completa?
- Qual não irá se oxidar?
- Qual deles irá produzir uma cetona em sua oxidação?
- Qual dos álcoois pode, ao sofrer uma desidratação intramolecular, produzir dois alquenos diferentes?
- Escreva em seu caderno o número de oxidação do carbono indicado nas fórmulas a seguir:



9. Copie as equações em seu caderno, completando as reações de oxidação quando possível.



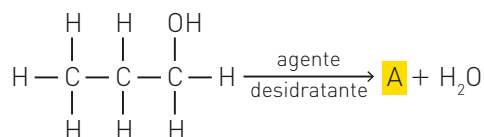
10. Nas desidratações intramoleculares dos álcoois, temos as saídas do grupo OH e de um H do carbono vizinho, que se combinam para originar água. Em alguns casos, formam-se dois alquenos, como no seguinte exemplo:



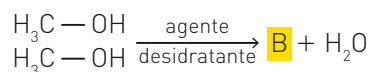
Sabendo-se que a ordem de facilidade de saída de H é $\text{C}_{3^\circ} > \text{C}_{2^\circ} > \text{C}_{1^\circ}$, escreva em seu caderno a fórmula estrutural dos dois alquenos que se formam e indique o produto principal.

11. Complete as reações de desidratação dos álcoois e dê os nomes dos produtos **A** e **B**:

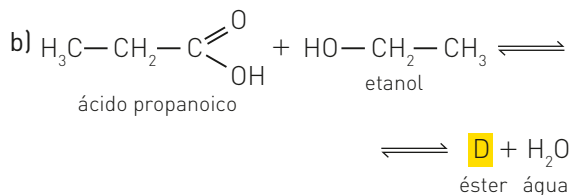
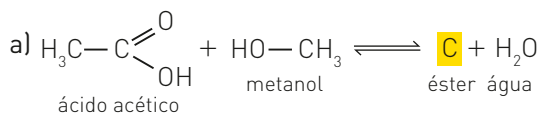
a) desidratação intramolecular do propan-1-ol



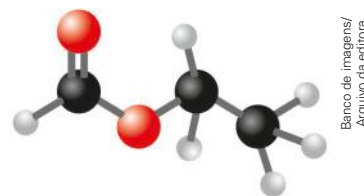
b) desidratação intermolecular do metano



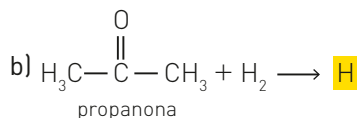
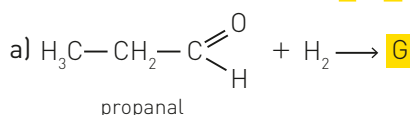
12. Complete as reações de esterificação e indique os nomes de **C** e **D**:



A molécula representada a seguir deve ser utilizada para responder às questões 13 a 15.



13. Indique a função orgânica à qual pertence essa substância.
14. Dê seu nome.
15. Indique as fórmulas estruturais e os nomes do ácido carboxílico e do álcool que, ao reagirem, produzem essa substância.
16. Complete as reações de redução a seguir e indique os nomes dos produtos **G** e **H**:



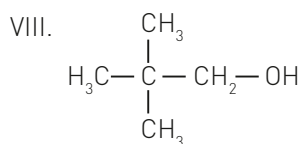
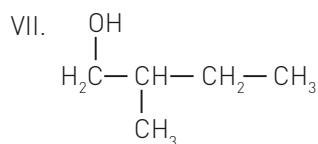
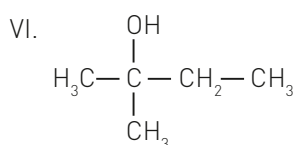
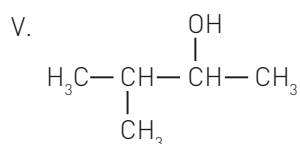
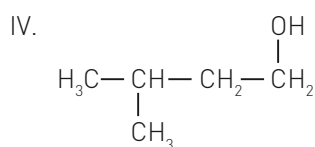
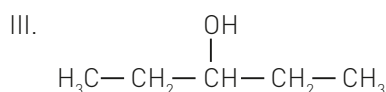
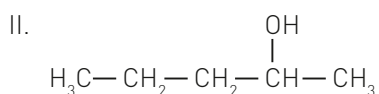
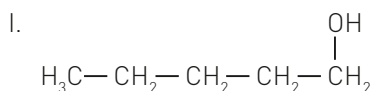
Desenvolvendo seus conhecimentos

1. (FGV-SP) Quando o etanol é posto em contato com o ácido sulfúrico, a quente, ocorre uma reação de desidratação, e os produtos formados estão relacionados à temperatura de reação. A desidratação intramolecular ocorre a 170 °C e a desidratação intermolecular, a 140 °C. Os produtos da desidratação intramolecular e da intermolecular do etanol são, respectivamente:
- etano e etoxieteno.
 - eteno e etoxietano.
 - etoxieteno e eteno.
 - etoxietano e eteno.
 - etoxieteno e etano.

2. O ácido butírico, também conhecido como ácido butanoico, presente na manteiga rançosa, pode ser obtido pela oxidação de um álcool que irá originar um aldeído e, finalmente, o ácido. Equacione a reação mencionada.

Com base nas informações a seguir responda às questões 3 a 6.

Os álcoois representados abaixo são, entre si, isômeros planos de fórmula molecular $C_6H_{12}O$.



3. Dê os nomes dos álcoois que, ao sofrerem oxidação, originam ácidos carboxílicos.

4. Dê os nomes dos álcoois que, ao sofrerem oxidação, originam cetonas.

5. Dê o nome do álcool que não sofre oxidação com $KMnO_4$ em meio ácido concentrado e a quente.

6. A oxidação parcial do álcool VIII pode produzir um aldeído. Escreva em seu caderno a fórmula estrutural e dê o nome do aldeído.

7. (UFU-MG) Em um laboratório, foram encontrados dois frascos, A e B, cujas etiquetas apresentam informações dos respectivos reagentes, conforme mostrado a seguir.

Frasco A:



Anestésico

Preparado a partir da desidratação intermolecular do etanol.

Frasco B:

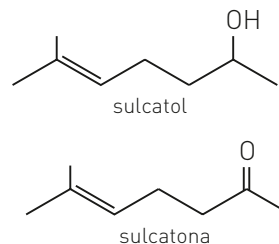


Facilmente oxidado a butan-2-ona.

Pede-se:

- a fórmula estrutural da substância contida em cada frasco. Justifique sua resposta.
- a nomenclatura, de acordo com as regras IUPAC, de cada substância.
- a equação química representativa da reação do reagente do frasco B com ácido etanoico.

8. (UFF-RJ) A forma como os átomos estão ligados em uma molécula orgânica, bem como seu arranjo espacial, são importantes em relação a suas ações no organismo vivo. A substância conhecida como sulcatol, por exemplo, age como feromônio em algumas espécies de besouros. Feromônios são substâncias usadas por organismos vivos de uma mesma espécie para comunicação química; no caso exemplificado, como atraente entre besouros machos e fêmeas. A sulcatona, por sua vez, pode ser usada na preparação de feromônios.

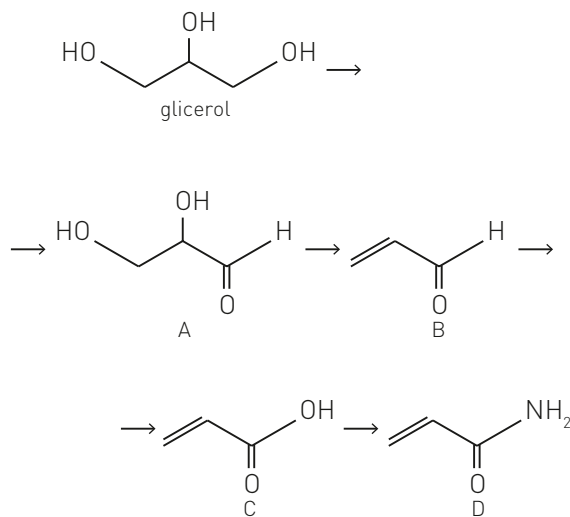


Observe as estruturas do sulcatol e da sulcatona.

- Escreva, utilizando fórmulas estruturais de reagentes e produtos, a equação balanceada da hidrogenação catalítica do sulcatol.
- Dê o produto da reação do sulcatol na presença de $KMnO_4$ considerando apenas a oxidação do carbono hidroxilado.
- Comparando as fórmulas estruturais do sulcatol e da sulcatona, indique a de maior ponto de ebulição. Justifique sua resposta.

9. (Vunesp-SP) A fumaça da queima da madeira contém formaldeído (metanal). O efeito destruidor do formaldeído em bactérias é uma razão pela qual defumar alimentos pode ajudar a conservá-los. O formaldeído pode ser preparado industrialmente por uma reação entre o álcool correspondente e o oxigênio molecular, a 600 °C e na presença de catalisador. Na reação, obtém-se água como subproduto. Escreva a equação balanceada da reação e identifique todos os reagentes e produtos pelos seus nomes.

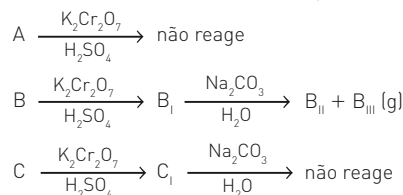
10. (UFPR) Nos últimos anos, o Brasil tem investido em fontes alternativas de energia, como é o caso do biodiesel, um combustível alternativo ao óleo diesel, que pode ser produzido a partir de óleos vegetais e gorduras de origem animal. Um dos métodos de obtenção do biodiesel envolve a reação de transesterificação dos triglicerídeos, com etanol ou metanol, em presença de base. Nessa reação, o glicerol é o subproduto mais importante, pois pode ser usado na obtenção de diversos produtos químicos. Uma das rotas possíveis na transformação química do glicerol é apresentada no esquema abaixo.



Em relação ao esquema de reações acima, responda às seguintes questões:

- Escreva o nome oficial (IUPAC) do glicerol.
 - Que funções orgânicas estão presentes no composto A?
 - A transformação do glicerol no composto A é uma reação de oxidação. Como pode ser classificada a reação de transformação do composto B no composto C?
11. (UFRJ) Três recipientes contendo substâncias orgânicas diferentes e desconhecidas foram

encontrados em um depósito abandonado. As substâncias contidas em cada um dos três recipientes foram denominadas A, B e C e submetidas a uma série de ensaios de identificação. A análise elementar revelou que as três substâncias apresentavam a mesma fórmula molecular: $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$. Para auxiliar sua identificação, cada uma delas foi então submetida a uma sequência de reações de acordo com o esquema a seguir:



A partir das informações fornecidas, identifique o gás B_III , escreva a fórmula em bastão da substância A e dê os nomes das substâncias B e C.

12. (UFMG) A cachaça é uma bebida alcoólica constituída por cerca de 45% de etanol, em volume, e muitos outros componentes.

Na tabela a seguir, estão representados três outros álcoois também encontrados na cachaça:

Álcool	Fórmula estrutural
I	CH_3-OH
II	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$
III	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{OH} \end{array} $

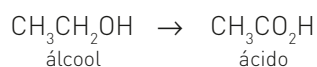
Para melhorar sua qualidade degustativa, essa bebida deve ser envelhecida em tonéis de madeira. Durante esse envelhecimento, ocorrem diversas reações — entre outras, oxidação de álcoois e de aldeídos e esterificações.

- Escreva a equação química balanceada da reação de oxidação do álcool III pelo oxigênio, $\text{O}_2 (\text{g})$, para formar um ácido carboxílico.
- Escreva a equação química balanceada da reação de esterificação do ácido carboxílico, formado pela reação, representada no item a, com o álcool I.
- Escreva a equação química balanceada da reação de oxidação do álcool II pelo oxigênio, $\text{O}_2 (\text{g})$, para formar um aldeído.
- Dos três álcoois representados na tabela, o álcool I — metanol — é o mais volátil. Com base nas interações intermoleculares, justifique esse comportamento do metanol.

13. (PUC-MG) Ao deixarmos as garrafas deitadas, as rolhas umedecem, havendo menor possibilidade de deterioração do vinho. O procedimento evita a transformação do álcool do vinho em:

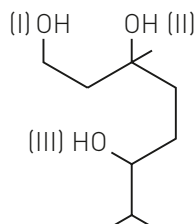
- a) acetona.
- ✗ b) ácido acético.
- c) acetato de etila.
- d) metanal.

14. (Udesc) A forma de armazenar o vinho é fundamental para sua conservação, sem que ele azele. Para isso devem-se tomar algumas precauções, como guardá-lo em lugar tranquilo, pouco iluminado, com temperatura controlada e com a garrafa deitada. A última recomendação se justifica: ao deitar a garrafa, o líquido umedece a rolha, que, ao inchar, fecha os poros existentes na cortiça, evitando a oxidação do álcool presente em ácido — conforme é mostrado pela equação abaixo:



- a) Desenhe a estrutura de Lewis para o álcool.
- b) Qual o nome oficial do álcool presente no vinho, e do ácido formado na oxidação?
- c) Quantos gramas do ácido serão produzidos, partindo de 80,5 g do álcool?

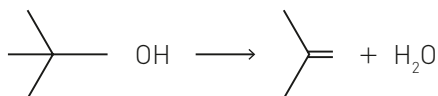
15. (UFU-MG) Considere as informações a seguir.



Na reação de oxidação do tri-álcool acima com KMnO_4 em meio ácido ou com $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ em meio ácido, é correto afirmar que:

- ✗ a) a hidroxila III produzirá cetona.
- b) a hidroxila II produzirá ácido carboxílico.
- c) a hidroxila I produzirá cetona.
- d) a hidroxila I produzirá éster.

16. (Uece) Atente à seguinte reação química:



Considerando a reação química anterior, assinale a opção que completa corretamente as lacunas do seguinte enunciado:

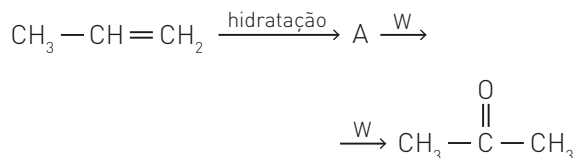
O terc-butanol (reagente), quando aquecido na presença de um catalisador ¹ _____, por meio de uma reação de ² _____, produz o isobutileno (produto) cujo nome pela IUPAC é ³ _____.

- a) ¹básico; ²condensação; ³1,1-dimetileno
- ✗ b) ¹ácido; ²eliminação; ³2-metilpropeno
- c) ¹ácido; ²desidratação; ³1,1-dimetileno
- d) ¹básico; ²desidratação; ³2-metilpropeno

17. (UEG-GO) O metanol é um líquido incolor que, se ingerido, pode levar à cegueira e até mesmo à morte. Essa molécula pode ser obtida a partir de vários processos químicos. Considerando essa molécula e as demais informações apresentadas abaixo, responda ao que se pede.

- a) Considerando que o produto final da oxidação total do metanol seja o ácido fórmico (ácido metanoico), desenhe a fórmula estrutural do produto resultante de sua oxidação parcial.
- b) Entre o produto da oxidação parcial e o produto da oxidação total, qual dessas moléculas irá apresentar maior temperatura de ebulição? Explique.

18. (UPF-RS) A cetona (propanona) pode ser obtida a partir da seguinte sequência:



O composto A, formado na primeira etapa, e o tipo de reação (W) utilizado na segunda etapa são, respectivamente:

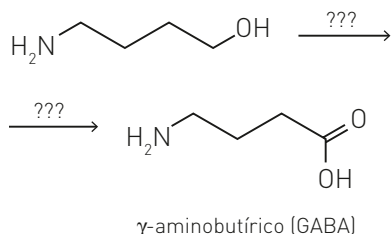
- ✗ a) 2-propanol; oxidação.
- b) propano; redução.
- c) 1-propanol; hidrólise.
- d) ácido propanoico; oxidação.
- e) propanal; redução.

19. (Enem) Na preparação da massa do pão, presente na mesa do café da maioria dos brasileiros, utiliza-se o fungo *Saccharomyces cerevisiae* vivo, contido no fermento. Sua finalidade é fazer com que a massa cresça por meio da produção de gás carbônico.

Esse processo químico de liberação de gás é causado pela:

- a) glicogênese láctica.
- × b) fermentação alcoólica.
- c) produção de ácido láctico.
- d) produção de lactobacilos.
- e) formação do ácido pirúvico.

20. (UFJF/Pism-MG) O ácido γ -aminobutírico (GABA) é um aminoácido que age no sistema nervoso central. Distúrbios na biossíntese ou metabolização deste ácido podem levar ao desenvolvimento de epilepsia. A última etapa da síntese química do GABA utiliza reação de oxidação de álcool.



Qual reagente oxidante deve ser utilizado para realizar esta síntese?

- a) $\text{NaCl}/\text{H}_2\text{O}$
 - b) H_2/Pt
 - × c) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}_2\text{SO}_4$
 - d) $\text{Cl}_2/\text{FeCl}_3$
 - e) $\text{H}_2\text{O}/\text{NaOH}$
21. (UEM-PR) As bebidas alcoólicas contêm certo teor de etanol. A ingestão habitual de bebidas alcoólicas, além de ocasionar o alcoolismo, pode causar danos irreversíveis ao cérebro, ao coração e ao fígado. A maior parte do álcool ingerido é metabolizada no fígado, onde, pela ação de enzimas, o etanol é convertido em acetaldeído, substância altamente tóxica, mesmo quando produzida em pequenas quantidades. Considerando os conceitos de oxirredução de moléculas orgânicas, de reação de desidratação, bem como a equação de representação do metabolismo do etanol no organismo, apresentada adiante, assinale o que for correto.



- × 01) A formação de acetaldeído ocorre por meio da oxidação do etanol, onde o número de oxidação do átomo de carbono aumenta de -1 para $+1$.
- 02) No processo de metabolização do etanol, o acetaldeído é um agente oxidante.
- 04) A oxidação do 2-propanol leva à formação do ácido carboxílico correspondente.

- × 16) A reação de desidratação intramolecular do etanol forma o eteno, o qual, através de ozonólise, leva à formação do formaldeído.

22. (Fuvest-SP) Em um laboratório químico, foi encontrado um frasco de vidro contendo um líquido incolor e que apresentava o seguinte rótulo:

Composto Alfa
 $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$

Para identificar a substância contida no frasco, foram feitos os seguintes testes:

- Dissolveram-se alguns mililitros do líquido do frasco em água, resultando uma solução neutra. A essa solução, adicionaram-se uma gota de ácido e uma pequena quantidade de um forte oxidante. Verificou-se a formação de um composto branco insolúvel em água fria, mas solúvel em água quente. A solução desse composto em água quente apresentou $\text{pH} = 4$.
- O sólido branco, obtido no teste anterior, foi dissolvido em etanol e a solução foi aquecida na presença de um catalisador. Essa reação produziu benzoato de etila, que é um éster aromático, de fórmula $\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}_2$.

Com base nos resultados desses testes, concluiu-se que o Composto Alfa é:

- a)
- × b)
- c)
- d)
- e)

23. (UEPG-PR) Sobre as reações de oxidação e redução de álcoois, assinale o que for correto.

01) O ácido propanoico pode ser reduzido a 2-propanol.

02) O terc-butanol pode ser oxidado em butanona.

X 04) A oxidação completa do etanol produz ácido acético.

X 08) O produto final da redução do ácido fórmico é o metanol.

X 16) O acetaldeído pode ser reduzido em etanol.

24. (UFRJ) A e B são dois compostos orgânicos (oxigenados) de mesma massa molecular que, por oxidação com permanganato de potássio em meio ácido, geram como produtos, respectivamente, a butanona e o ácido butanoico.

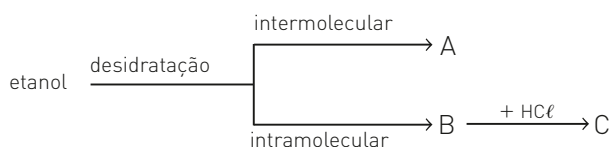
a) Qual o tipo de isomeria existente entre os compostos A e B? Justifique sua resposta.

b) Qual o produto orgânico resultante da desidratação do composto B?

25. (Uerj) Dois álcoois isômeros de fórmula molecular $C_5H_{12}O$ e com cadeia carbônica normal, quando desidratados em condições adequadas, formam em maior proporção um mesmo composto X. O composto X, quando oxidado com uma solução de permanganato de potássio aquecida e acidulada, forma os compostos Y e Z. Identifique o tipo de isomeria plana existente nos dois álcoois e cite o nome oficial do composto de maior caráter ácido produzido na oxidação de X.

Desafiando seus conhecimentos

1. (UFRRJ) O consumo de bebidas alcoólicas tem crescido assustadoramente, causando grande preocupação às autoridades do país. A ingestão de grandes quantidades de álcool causa danos irreversíveis ao cérebro, ao coração e ao fígado, além de provocar alterações de comportamento. Muitos jovens têm se envolvido em acidentes de trânsito que os deixam com algum tipo de dano permanente ou os levam à morte. O álcool encontrado nas bebidas é o etanol, obtido a partir da cana-de-açúcar. Os álcoois podem sofrer dois tipos de reação de desidratação, dependendo das condições de reação. A partir do álcool citado, observe o esquema e indique:



a) Os nomes (oficiais) dos compostos A e C.

b) A fórmula estrutural de um isômero de compensação do composto A.

2. (UFRGS-RS) Assinale a alternativa que preenche corretamente a lacuna do enunciado abaixo. O polietileno é obtido através da reação de polimerização do etileno, que, por sua vez, é proveniente do petróleo. Recentemente, foi inaugurada, no Polo Petroquímico do RS, uma planta para a produção de "plástico verde". Nesse caso, o etileno usado na reação de polimerização é obtido a partir do etanol,

uma fonte natural renovável, e não do petróleo. A reação de transformação do etanol (CH_3CH_2OH) em etileno ($CH_2=CH_2$) é uma reação de:

a) substituição

X d) eliminação

b) adição

e) oxidação

c) hidrólise

3. (Uespi) Até meados do século XIX, as cirurgias eram realizadas sem anestesia. Só em 1846, um dentista de Boston, William Morton, conseguiu demonstrar que o éter (etoxietano) podia ser usado para induzir a narcose, uma inconsciência temporária, durante procedimentos cirúrgicos. O etoxietano pode ser obtido pela:

a) reação do etanoato de metila e etanol.

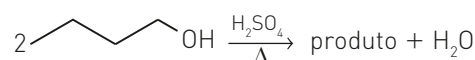
b) reação do etanol com ácido etanoico.

c) oxidação do etanal com $KMnO_4$.

d) desidratação do ácido etanoico por ação do ácido sulfúrico.

X e) desidratação intermolecular do etanol em presença de ácido sulfúrico.

4. (PUC-RJ) Em uma reação de desidratação intermolecular de álcool, considere que dois mol do álcool reajam entre si, a quente e em meio ácido, para formar um único mol do produto orgânico e um mol de água:

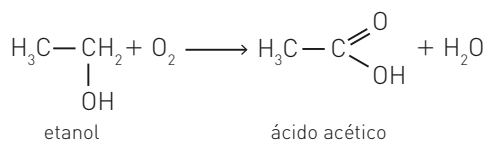


a) dê a nomenclatura do reagente segundo as regras da IUPAC;

- b) represente, na forma de bastão, a estrutura do produto formado;
- c) represente, na forma de bastão, a estrutura de dois isômeros do reagente.

5. (UPM-SP) A palavra vinagre vem do latim *vinum*, “vinho”, e *acre*, “azedo”. Desde a Antiguidade, a humanidade sabe fabricar vinagre; basta deixar o vinho azedar. Nessa reação, o etanol reage com o oxigênio (O_2) e transforma-se em ácido acético.

Fonte: *Química na abordagem do cotidiano*. Títo e Canto Vol. 3



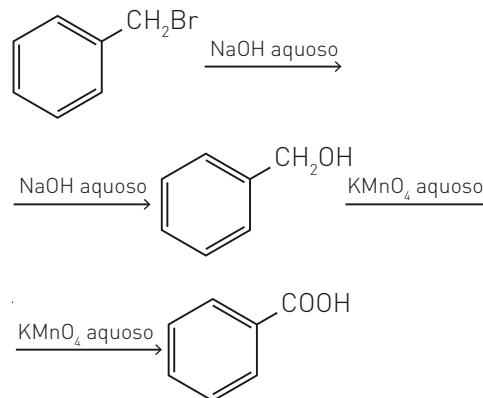
De acordo com a equação da reação química acima, de obtenção do ácido acético (componente do vinagre), foram realizadas as seguintes afirmações:

- I. O etanol sofre oxidação.
- II. O Nox do carbono carboxílico do ácido acético é igual a -3 .
- III. O gás oxigênio (O_2) atua como agente oxidante.
- IV. O Nox do carbono que possui o grupo funcional no etanol é igual a $+1$.

Estão corretas somente

- a) I, III e IV. d) II, III e IV.
- b) II e IV. e) I e II.
- × c) I e III.
6. (Uece) Os enólogos recomendam que as garrafas de vinho sejam guardadas em local climatizado e na posição horizontal. Assinale a opção que corretamente justifica essas recomendações.
- a) O ambiente deve ser climatizado para diminuir a possibilidade de reação de redução.
- b) A posição horizontal é para possibilitar a entrada do oxigênio e, conseqüentemente, evitar a redução do etanol, transformando-se em ácido etanoico (vinagre).
- × c) A posição horizontal evita a entrada do oxigênio e, conseqüentemente, a oxidação do etanol, transformando-se em ácido etanoico (vinagre).
- d) O ambiente deve ser climatizado, porque o vinho em baixa temperatura favorece a reação de oxidação.
7. (UFRGS-RS) Assinale a alternativa que completa corretamente as lacunas do enunciado a seguir, na ordem em que aparecem.

O brometo de benzila pode ser transformado em álcool benzílico, que, por sua vez, pode conduzir ao ácido benzoico, conforme a sequência de reações mostrada abaixo.



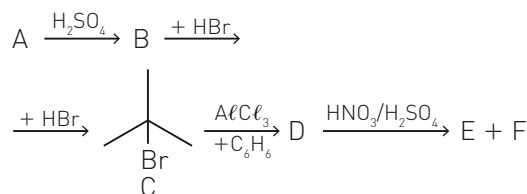
Com base nesses dados, é correto afirmar que a primeira etapa é uma reação de....., e a segunda, uma reação de.....

- × a) substituição — oxidação
- b) substituição — adição
- c) eliminação — oxidação
- d) eliminação — substituição
- e) eliminação — adição

O texto a seguir é referente às questões 8 e 9.

No esquema de síntese representado a seguir, o composto A é um álcool com quatro átomos de carbono em que a hidroxila está ligada ao carbono terciário. Esse álcool sofreu desidratação gerando metilpropeno (B), que, por sua vez, sofreu adição de ácido bromídrico, gerando o composto C.

Em seguida, obteve-se um monoalquil aromático (D) por meio de uma reação de Friedel Crafts do composto C com benzeno. O composto D reagiu com uma mistura de ácido nítrico e ácido sulfúrico, gerando como produtos principais dois isômeros, E e F.



8. (UFRJ) Escreva, usando a representação em bastão, as fórmulas dos compostos A e B e dê o nome dos compostos C e D.
9. (UFRJ) Escreva, usando a representação em bastão, as fórmulas dos compostos E e F e classifique o tipo de isomeria existente.

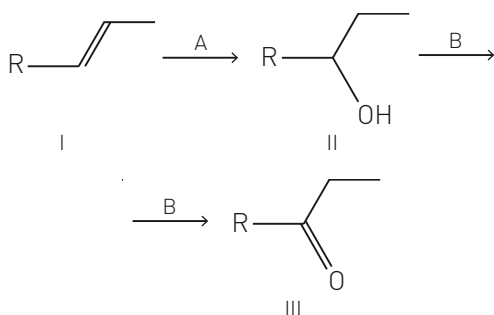
10. (PUC-SP) Algumas características de determinada substância estão descritas a seguir.

- Por meio da sua redução, obtém-se um álcool;
- Sua oxidação branda origina um ácido carboxílico;
- É solúvel em água;
- Sua combustão completa produz o mesmo número de moléculas de gás carbônico e de água.

A substância que apresenta essas propriedades é:

- ☒ a) propanal
☐ b) butanona
☐ c) ácido propiônico
☐ d) 1-propanol
☐ e) acetato de etila

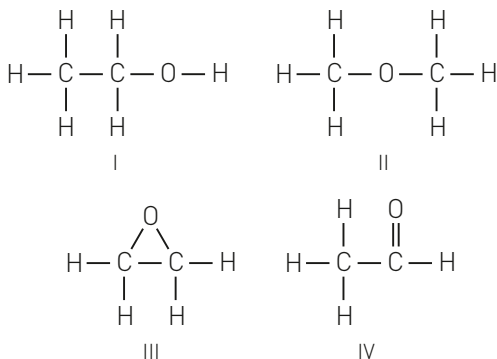
11. (UEL-PR) Um processo laboratorial para conversão de alkenos em cetonas de mesma cadeia carbônica consiste na prévia conversão do alceno (I) em álcool (II), etapa A, e posterior conversão deste último na cetona (III), etapa B, conforme o esquema a seguir.



As reações utilizadas para essas duas conversões devem ser, respectivamente:

- ☐ a) Oxidação de I e redução de II.
☐ b) Hidratação de I e redução de II.
☐ c) Redução de I e hidrogenação de II.
☒ d) Hidratação de I e oxidação de II.
☐ e) Hidrogenação de I e oxidação de II.

12. (PUC-MG) Observe os compostos representados a seguir.



Assinale a alternativa incorreta.

- a) Os compostos I e II são isômeros.

b) Os compostos II e III são éteres, sendo III um éter cíclico.

c) O composto IV pode ser formado por oxidação parcial de I.

☒ d) O composto II pode ser formado por redução de III.

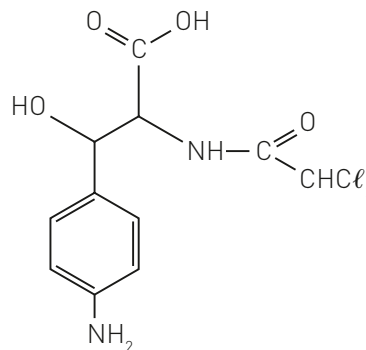
13. (UFJF-MG) Um químico forense precisa identificar o conteúdo de três frascos rotulados de A, B e C. Sabendo-se que todos os frascos contêm um álcool com a fórmula $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$, este químico fez um teste para determinar as estruturas dos compostos, reagindo-os com uma solução ácida de KMnO_4 , obtendo os seguintes resultados:

- o composto do frasco A levou à formação de um ácido carboxílico;
- o composto do frasco B levou à formação de uma cetona;
- o composto do frasco C não reagiu.

Com base nos dados, assinale a alternativa correta.

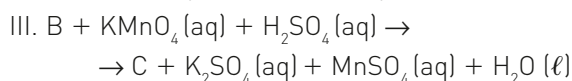
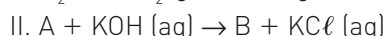
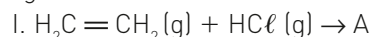
- ☐ a) O nome do composto do frasco B é etoxietano [éter etílico].
☐ b) Na reação com solução ácida de KMnO_4 ocorre uma redução do composto A.
☒ c) O nome do composto presente no frasco A é butan-1-ol (1-butanol).
☐ d) A reação de desidratação do álcool B fornecerá um alcino.
☐ e) O nome do composto C é pentan-1-ol (1-pentanol).

14. (UFG-GO) A síntese do cloranfenicol, um antibiótico de amplo espectro, é realizada através de diversas etapas. As duas últimas etapas dessa síntese são uma redução do grupo carboxila para álcool, seguida de uma oxidação do grupo amino para nitro, na molécula cuja fórmula estrutural plana está representada a seguir.



- ☐ a) Represente a fórmula estrutural da substância obtida a partir da redução da carboxila.
☐ b) Represente a fórmula estrutural do cloranfenicol.

15. [PUC-MG] Seja dada a sequência de reações a seguir.



Considerando-se essas transformações, é incorreto afirmar que o composto:

- X a)** A é o cloreto de vinila, empregado na fabricação de PVC.
b) B é o etanol, obtido comercialmente a partir da cana-de-açúcar.
c) C é o ácido acético, encontrado no vinagre.
d) B é isômero do éter dimetílico.

16. [Uerj] Considere uma mistura composta, em iguais proporções, por três substâncias líquidas — cicloexeno, cicloexanol e cicloexanona — aleatoriamente denominadas X, Y e Z. Um analista químico separou essas substâncias, por destilação fracionada, nas seguintes temperaturas:

X: 82 °C;

Y: 161 °C;

Z: 155 °C.

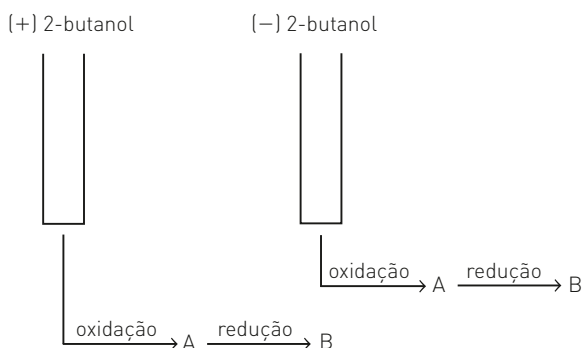
Para identificá-las, o analista fez alguns testes, obtendo os seguintes resultados:

- a substância X, ao ser submetida à reação com solução de bromo, provocou o descolorimento desta solução;
- a substância Y, quando oxidada, produziu substância idêntica à denominada como Z no experimento.

Escreva a equação química que representa a reação da substância X com bromo e indique, em função dos tipos de reagentes, o mecanismo reacional ocorrido.

17. [Uerj] Ao realizar uma análise orgânica, um laboratório produziu uma mistura X, composta de propanal e propanona. Uma parte dessa mistura, com massa de 0,40 g, foi aquecida com solução ácida de dicromato de potássio. O produto orgânico Y obtido nessa reação foi totalmente separado por destilação e apresentou massa de 0,37 g. Determine a porcentagem da massa de cada um dos componentes da mistura X. Em seguida, apresente duas características que justifiquem o ponto de ebulição de Y ser maior que os pontos de ebulição do propanal e da propanona.

18. [UFG-GO] O 2-butanol é uma substância que possui dois isômeros ópticos, sendo que um dos isômeros desvia a luz polarizada para a direita (+) e o outro, para a esquerda (–). No entanto, a mistura equimolar desses isômeros não desvia a luz polarizada. Esses isômeros são oxidados, produzindo A, e reduzidos, produzindo B, conforme o esquema a seguir.



- a)** Escreva as estruturas das substâncias em A e B, obtidas nas conversões mostradas no esquema.
b) Por que tanto a mistura equimolar quanto a(s) substância(s) em B não desvia(m) a luz polarizada? Justifique.

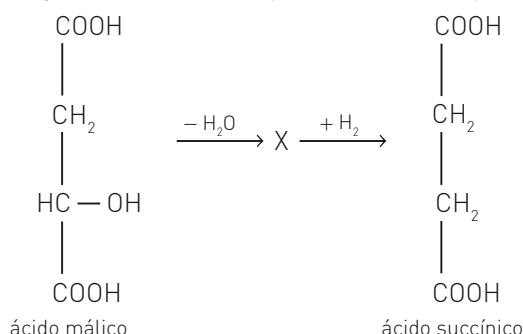
19. [Unifesp] Depois de voltar a se consolidar no mercado brasileiro de combustíveis, motivado pelo lançamento dos carros bicomustíveis, o álcool pode se tornar também matéria-prima para a indústria química, para substituir os insumos derivados do petróleo, cujos preços do barril alcançam patamares elevados no mercado internacional. Algumas empresas não descartam a possibilidade de utilizar, no futuro próximo, a alcoólquímica no lugar da petroquímica. As mais atrativas aplicações do álcool na indústria química, porém, serão voltadas à produção de compostos oxigenados, como o ácido acético, acetato de etila e butanol. Na tabela, são apresentadas algumas propriedades do 1-butanol e de certo álcool X. Os produtos da oxidação desses álcoois não pertencem à mesma classe de compostos orgânicos.

Propriedades	1-butanol	X
temperatura de ebulição [°C]	118	99
massa molar [g · mol ⁻¹]	74	74
produto da oxidação completa com $\text{KMnO}_4(\text{aq})$ em meio ácido (H_2SO_4)	ácido butanoico	Z

- a) Forneça o tipo de isomeria que ocorre entre 1-butanol e o composto X. Dê a fórmula estrutural do composto Z.
- b) Escreva a equação balanceada da reação de oxidação do 1-butanol, sabendo-se que são produzidos ainda K_2SO_4 , $MnSO_4$ e H_2O .

20. (UFMG)

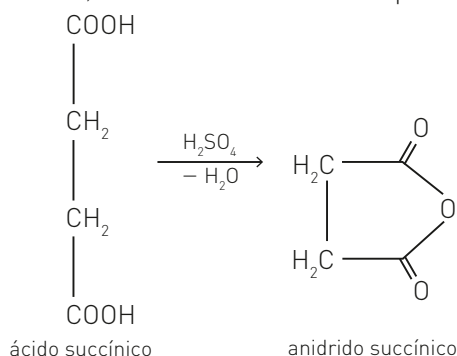
- a) O ácido málico pode ser convertido em ácido succínico por meio de duas reações consecutivas — uma de eliminação de água e outra de hidrogenação —, como representado no esquema:



O composto X, obtido após a reação de desidratação do ácido málico, apresenta dois estereoisômeros.

Represente a fórmula estrutural de cada um desses dois estereoisômeros I e II. (Deixe bem explícitas as diferenças entre eles.)

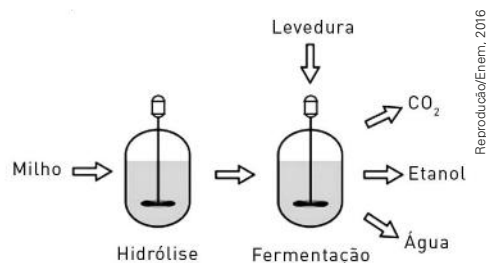
- b) Por sua vez, o ácido succínico pode ser convertido em anidrido succínico, por meio de uma reação de desidratação, catalisada por ácido sulfúrico, como mostrado neste esquema:



Uma reação análoga pode ser realizada com apenas um dos estereoisômeros do composto X, representados no item a desta questão. O outro estereoisômero desse composto não reage nas mesmas condições.

Considerando as estruturas propostas no item a desta questão, indique qual dos dois estereoisômeros do composto X — I ou II — pode produzir um anidrido em reação análoga à descrita para o ácido succínico. Justifique sua resposta.

21. (Enem) O esquema representa, de maneira simplificada, o processo de produção de etanol utilizando milho como matéria-prima.



A etapa de hidrólise na produção de etanol a partir do milho é fundamental para que:

- a) a glicose seja convertida em sacarose.
b) as enzimas dessa planta sejam ativadas.
c) a maceração favoreça a solubilização em água.
x d) o amido seja transformado em substratos utilizáveis pela levedura.
e) os grãos com diferentes composições químicas sejam padronizados.

22. (FGV-SP) Na identificação de duas substâncias orgânicas no laboratório de química, um grupo de alunos realizou dois experimentos:

Teste 1 — Retirou uma amostra de 4 mL da substância X e transferiu para um tubo de ensaio. Na sequência, adicionou gotas de solução de ácido sulfúrico e 4 mL de solução violeta de permanganato de potássio. Agitou e observou.

Teste 2 — Repetiu o teste anterior, utilizando amostra da substância Y.

Resultados obtidos:

Teste 1 — O tubo aqueceu durante a reação e a cor violeta da solução desapareceu.

Teste 2 — Não houve alteração, a reação não ocorreu.

Para que o grupo de alunos pudesse concluir o teste de identificação, o professor deu as seguintes informações:

— As substâncias testadas podem ser:

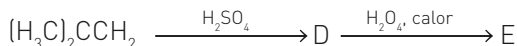
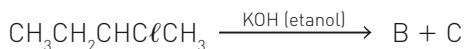
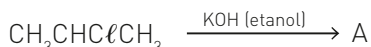
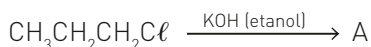
- I. 2-metilpropan-2-ol,
II. butan-1-ol e
III. propan-2-ol.

— 370 mg da substância X, quando sofre combustão completa, produzem 880 mg de gás carbônico. O grupo de alunos concluiu, corretamente, que a reação ocorrida no teste 1 era:

- x a) exotérmica e que X e Y eram as substâncias II e I, respectivamente.
b) exotérmica e que X e Y eram as substâncias III e I, respectivamente.

- c) endotérmica e que X e Y eram as substâncias II e I, respectivamente.
 d) endotérmica e que X e Y eram as substâncias III e I, respectivamente.
 e) endotérmica e que X e Y eram as substâncias II e III, respectivamente.

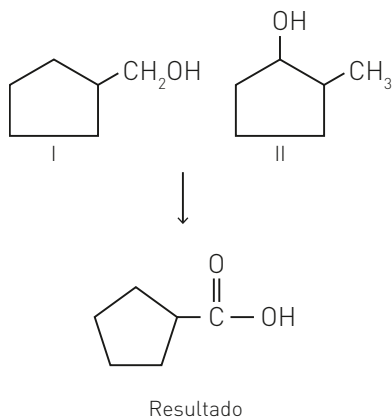
23. (ITA-SP) Apresente as respectivas fórmulas químicas estruturais das espécies químicas (A, B, C, D, E) presentes nas seguintes equações químicas:



24. (Cefet-MG) Os álcoois, quando reagem com permanganato de potássio, em meio ácido e com aquecimento, podem ser oxidados a aldeídos, cetonas ou ácidos carboxílicos. O álcool que, submetido às condições citadas, NÃO é capaz de reagir é o:

- a) etanol.
 b) butan-2-ol.
 c) cicloexanol.
 x d) 2-metil-propan-2-ol.
 e) 2-metil-pent-1-en-3-ol.

25. (Unimontes-MG) Os álcoois I e II foram tratados, separadamente, com excesso de dicromato de sódio (agente oxidante) em meio ácido, com o objetivo de obter-se um ácido carboxílico, como ilustrado a seguir:

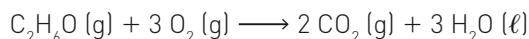


Baseado nas informações, pode-se afirmar que

- a) o produto esperado se obtém a partir dos álcoois I e II.
 x b) o composto I, nesse processo, corresponde ao álcool oxidado.
 c) apenas a partir do composto II se obtém o ácido ciclo pentanoico.

d) os compostos I e II são inertes nessa reação e não se obtém o produto.

26. (UEFS-BA)

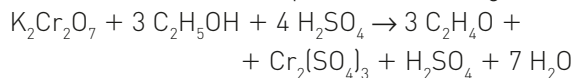


$$\Delta H^0 = -1367 \text{ kJ mol}^{-1}$$

O etanol, $\text{C}_2\text{H}_6\text{O (l)}$ densidade de $0,80 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$, a 25°C , é utilizado na obtenção de energia, de acordo com a reação química representada pela equação, e na produção de bebidas alcoólicas. O etanol, ao ser ingerido, é parcialmente oxidado no organismo, o que leva à produção de etanal, substância química que pode provocar enjoo e dor de cabeça. Considerando-se a estrutura das substâncias químicas citadas no texto e que a oxidação parcial do etanol leva à produção do etanal, é correto afirmar:

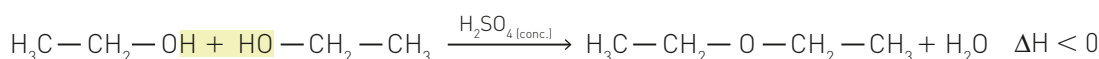
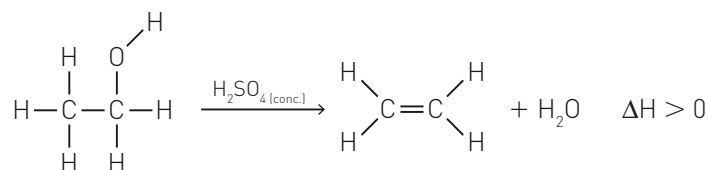
- a) A cadeia carbônica do etanol é constituída por um carbono primário e um carbono secundário.
 x b) O etanal é uma substância química da classe dos aldeídos, representada pela fórmula molecular $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$.
 c) O etanal é um composto orgânico que apresenta um grupo hidroxila, $-\text{OH}$, ligado a carbono insaturado.
 d) A oxidação parcial do etanol indica que um dos átomos de carbono da estrutura do álcool recebeu elétrons.
 e) O etanol e o etanal são compostos isômeros porque apresentam a mesma fórmula molecular e diferentes fórmulas estruturais.

27. (UFMS) A reação química, representada abaixo, reproduz o princípio de funcionamento de um equipamento conhecido popularmente como “bafômetro”. Nessa reação, o dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), em meio de ácido sulfúrico (H_2SO_4), é usado para testar o teor de etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) no hálito de motoristas suspeitos de embriaguez:



- x 01) De acordo com a equação, o $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ sofre um processo de oxidação pelo $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.
 x 02) De acordo com a equação, álcool é oxidado a ácido carboxílico.
 04) Há a redução do etanol para etanal.
 08) O produto orgânico que se forma nessa reação é um aldeído.
 x 16) O pH do sistema aumenta devido à reação.
 32) O $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ atua como agente redutor na reação.

28. [FAE/MED-SP] Os álcoois sofrem desidratação em meio de ácido sulfúrico concentrado. A desidratação pode ser intermolecular ou intramolecular dependendo da temperatura. As reações de desidratação do etanol na presença de ácido sulfúrico concentrado podem ser representadas pelas seguintes equações.



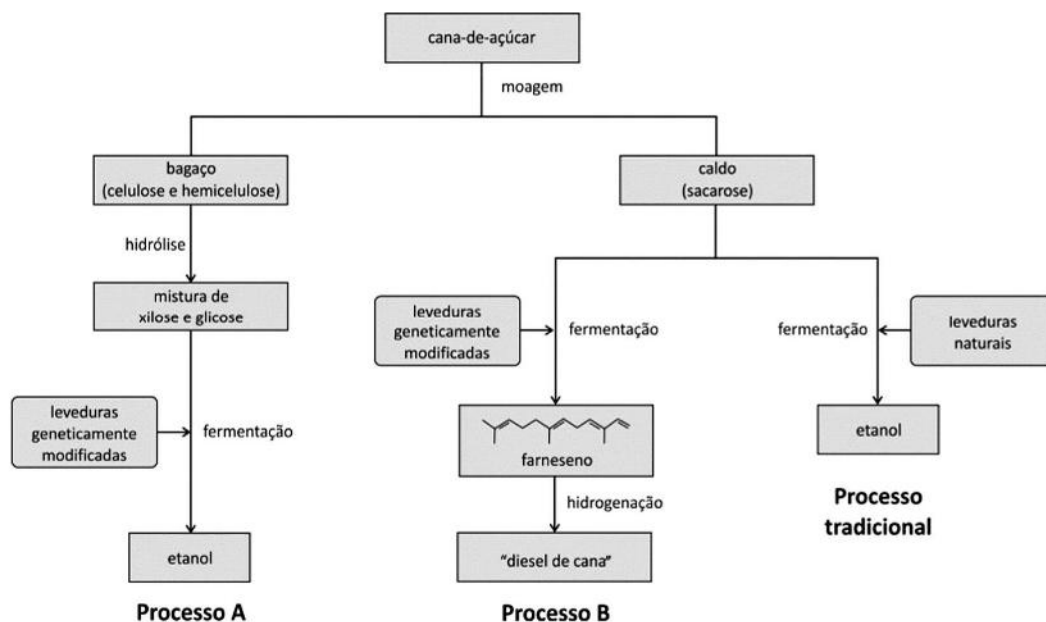
Sobre a desidratação em ácido sulfúrico concentrado do propano-1-ol foram feitas algumas afirmações.

- I. A desidratação intramolecular forma o propeno.
- II. Em ambas as desidratações, o ácido sulfúrico concentrado age como desidratante.
- III. A formação do éter é favorecida em temperaturas mais altas, já o alceno é formado, preferencialmente, em temperaturas mais baixas.

Estão corretas apenas as afirmações:

- a) I e II. c) II e III.
 b) I e III. d) I, II e III.

29. [Fuvest-SP] No processo tradicional, o etanol é produzido a partir do caldo da cana-de-açúcar por fermentação promovida por leveduras naturais, e o bagaço de cana é desprezado. Atualmente, leveduras geneticamente modificadas podem ser utilizadas em novos processos de fermentação para a produção de biocombustíveis. Por exemplo, no processo A, o bagaço de cana, após hidrólise da celulose e da hemicelulose, também pode ser transformado em etanol. No processo B, o caldo de cana, rico em sacarose, é transformado em farneseno, que, após hidrogenação das ligações duplas, se transforma no “diesel de cana”. Esses três processos de produção de biocombustíveis podem ser representados por:



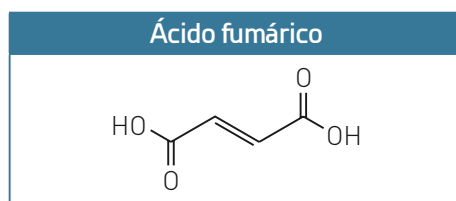
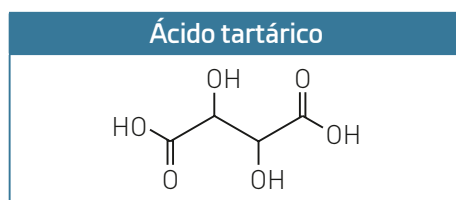
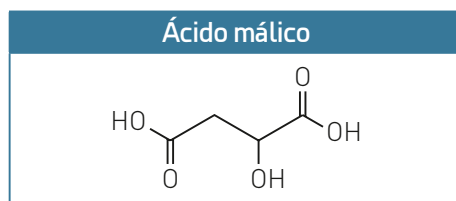
Reprodução/Fuvest, 2014

Com base no descrito acima, é correto afirmar:

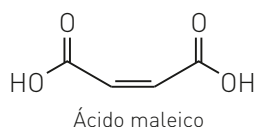
- a) No Processo A, a sacarose é transformada em celulose por micro-organismos transgênicos.
 b) O Processo A, usado em conjunto com o processo tradicional, permite maior produção de etanol por hectare cultivado.
 c) O produto da hidrogenação do farneseno não deveria ser chamado de “diesel”, pois não é um hidrocarboneto.

- d) A combustão do etanol produzido por micro-organismos transgênicos não é poluente, pois não produz dióxido de carbono.
- e) O Processo B é vantajoso em relação ao Processo A, pois a sacarose é matéria-prima com menor valor econômico do que o bagaço de cana.

30. (UFJF/Pism-MG) Os ácidos abaixo estão presentes em alimentos de forma artificial e natural. A indústria alimentícia utiliza ácido málico na composição de geleias, marmeladas e bebidas de frutas. O ácido tartárico é utilizado pela indústria de alimentos na produção de fermentos. Já o ácido fumárico é empregado como agente flavorizante para dar sabor a sobremesas e proporcionar ação antioxidante.



- a) Escreva a reação de oxidação do ácido tartárico em meio de KMnO_4 .
- b) Quais dos ácidos representados acima apresentam isomeria geométrica ou isomeria óptica?
- c) O ácido maleico, usado na produção de resinas sintéticas, é um isômero do ácido fumárico e pode ser produzido artificialmente a partir do ácido málico. Escreva a reação de produção do ácido maleico a partir do ácido málico.



- d) Escreva a reação de hidrogenação do ácido fumárico na presença de níquel.

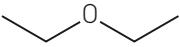
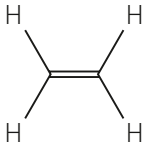
31. (Uerj) Para um experimento, quantidades iguais de propano-1-ol e de ácido sulfúrico foram adicionadas em dois reatores idênticos, A e B, mantidos em temperaturas diferentes. Ao final das reações, em cada reator, formaram-se um produto orgânico distinto e diferentes quantidades de água, conforme apresentado na tabela a seguir.

Reator	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Produto orgânico	Concentração de água formada ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)
A	<140	X	18
B	>170	Y	36

Considerando o reator B, calcule a concentração inicial de propano-1-ol em $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, nomeie o produto orgânico Y e classifique a reação. Em seguida, apresente a fórmula estrutural do produto orgânico X.

Dados: C = 12; H = 1; O = 16.

32. (UPF-RS) Correlacione cada reação indicada na coluna 1 com o produto que deve ser formado nesta, indicado na coluna 2.

Coluna 1		Coluna 2
1. Reação de desidratação intramolecular do etanol com ácido sulfúrico.	()	
2. Reação do etino (acetileno) com água em ácido sulfúrico e íons mercúrio II.	()	$\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$
3. Reação do etanol com ácido etanoico, catalisada por ácido sulfúrico.	()	
4. Reação de hidratação do eteno, catalisada por ácido.	()	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
5. Reação de desidratação intermolecular do etanol em ácido sulfúrico a aproximadamente 140 °C.	()	CH_3CHO

A sequência correta de preenchimento dos parênteses, de cima para baixo, é:

- a) 1 – 4 – 3 – 5 – 2.
b) 3 – 5 – 1 – 2 – 4.
x c) 5 – 3 – 1 – 4 – 2.
d) 1 – 4 – 5 – 3 – 2.
e) 4 – 3 – 5 – 1 – 2.
33. (UnB-DF) Um estudante, ao arrumar um laboratório de síntese orgânica, verificou a existência de três recipientes sem rótulos de identificação, contendo substâncias aparentemente diferentes. Orientado por um professor, decidiu realizar alguns testes que pudessem levar à identificação das substâncias neles contidas. Para isso, denominou cada um dos recipientes como X, Y e Z e anotou os seguintes resultados:

I. a substância contida no recipiente X é um hidrocarboneto que, ao sofrer combustão com-

pleta, produz unicamente 6 mol de dióxido de carbono e 7 mol de água;

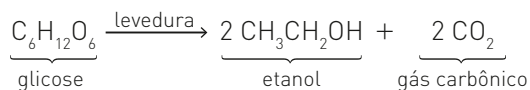
II. a reação de oxidação da substância contida no recipiente Y produz um ácido carboxílico;

III. as substâncias dos recipientes X e Z são insolúveis em água, mas solúveis em gasolina.

Com base nessas informações, julgue os itens abaixo como verdadeiros ou falsos.

- () A substância contida no recipiente X pode ser um alceno.
() A substância contida no recipiente Y pode ser um álcool.
() A substância contida no recipiente Z é apolar.
() As substâncias contidas nos recipientes X e Z são idênticas. **F - V - V - F**

34. (IFSC) O etanol é um composto químico com aplicações diversas e com grande importância para a matriz energética global. Sua principal forma de obtenção é através da fermentação alcoólica da glicose em presença de leveduras, conforme representado na equação química a seguir:



Com base nessas informações e nos seus conhecimentos sobre o assunto, analise as afirmações a seguir e assinale a soma da(s) proposição(ões) correta(s).

Dados: C = 12; H = 1; O = 16.

- 01) Na molécula do etanol, o número de oxidação do carbono ligado à hidroxila é -2.
x 02) Na presença de agente oxidante e em meio reacional adequado, o etanol pode ser oxidado a ácido acético.
x 04) Considerando uma reação com 100% de rendimento, a fermentação de 90 kg de glicose produz 46 kg de etanol.
08) O gás carbônico é um óxido anfótero e, por isso, é muito utilizado na indústria de bebidas.
x 16) O etanol pode ser considerado um biocombustível, desde que seja obtido a partir de fontes renováveis como a cana-de-açúcar.
32) A molécula do etanol obtida a partir da biomassa é ligeiramente diferente da molécula de etanol obtida a partir de fontes fósseis.

Atividade prática

Preparando “vinho”

O vinho é uma bebida alcoólica não destilada obtida pela fermentação do suco de uva. O processo de fermentação pode ser acelerado pelo uso de um fermento biológico.

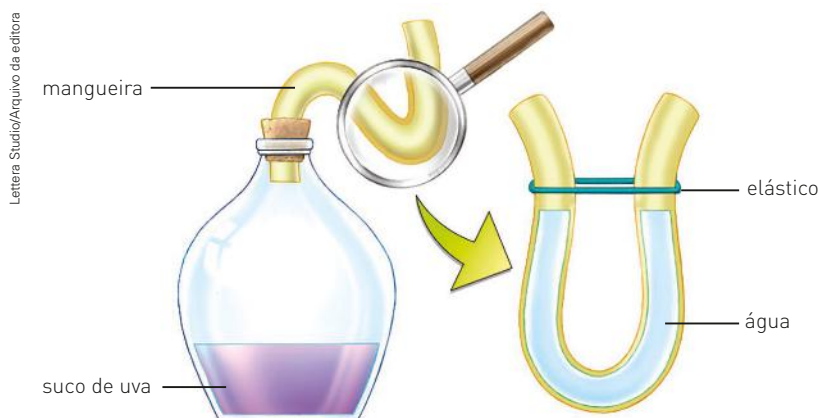
Material

- 1 kg de uvas
- 1 garrafão de vidro de 5 L
- 0,5 g de fermento biológico
- 1 coador de pano ou papel
- liquidificador
- 50 cm de mangueira plástica transparente
- 1 elástico
- 1 rolha
- água

Procedimento

Coloque as uvas no liquidificador e bata o tempo necessário para produzir um suco, que, com o bagaço, deve ser transferido para o garrafão de vidro. Se você desejar uma fermentação mais rápida, adicione o fermento.

A mangueira, com água, deve ser acoplada à rolha do garrafão e dobrada da seguinte maneira:



ATENÇÃO: Não beba ou deixe alguém beber seu “vinho”, pois durante o processo podem ser produzidas várias substâncias tóxicas.

Deixe o sistema em repouso durante aproximadamente 10 dias. Após esse tempo, filtre a mistura contida no garrafão. O filtrado é o seu “vinho”.

Agora, faça o que se pede:

1. Escreva em seu caderno o nome dos dois principais açúcares presentes na uva. Dê suas fórmulas moleculares.
2. Equacione a reação que transforma o açúcar da uva em álcool etílico.
3. Qual é a finalidade da mangueira?
4. Qual é a finalidade de colocarmos água na mangueira na região presa pelo elástico?
5. Por que não se pode deixar o garrafão aberto?
6. Separe uma parte do seu “vinho” em um copo e deixe-o exposto ao ar durante alguns dias. O que aconteceu? Escreva em seu caderno a equação química que caracteriza o fenômeno ocorrido.



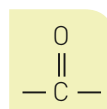
Tóxico

Aldeídos e cetonas

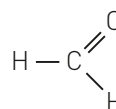


Alamy/Fotoarena

Os aldeídos e as cetonas são caracterizados pelo grupo funcional denominado **carbonila**:



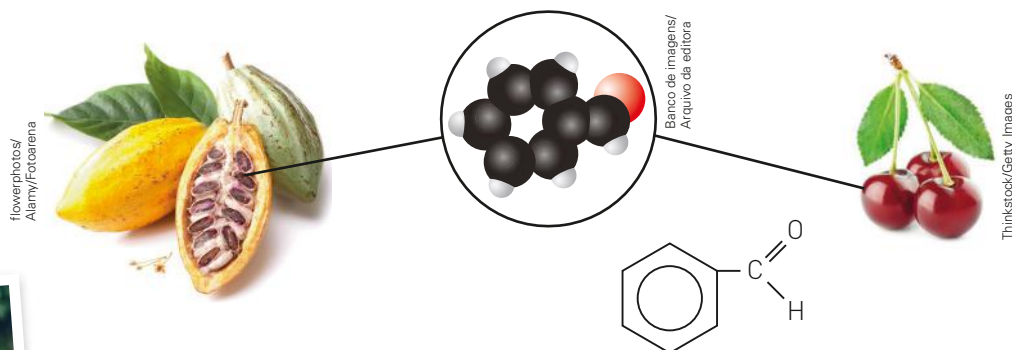
Dentre os aldeídos, o composto mais conhecido é o metanal, aldeído fórmico ou formaldeído.



Esse composto foi obtido pela primeira vez em 1859 pelo químico russo Alexandre M. Butlerov (1828-1886). Nas condições ambientes, é um gás ($T_E = -21^\circ\text{C}$) de cheiro irritante, comercializado na forma de uma solução aquosa a 40%, denominada **formol** ou **formalina**. Essa solução tem propriedades germicidas e desinfetantes e apresenta a capacidade de endurecer tecidos orgânicos, sendo usada para conservar peças anatômicas.

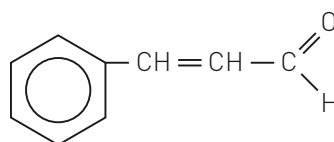
O mais simples dos aldeídos aromáticos é o benzaldeído, um líquido incolor que tem odor amendoado e pode ser extraído do óleo de amêndoas.

// O aldeído fórmico é um dos componentes da fumaça de madeira. Devido a sua capacidade de matar bactérias, é uma das substâncias responsáveis pela conservação de alimentos defumados.



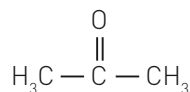
// O benzaldeído é um dos responsáveis pelo odor das cerejas e do chocolate.

O 3-fenilprop-2-enal, conhecido por cinamaldeído, é extraído do óleo de canela. Devido ao seu aroma, é muito utilizado na indústria alimentícia como flavorizante (aromatizante).



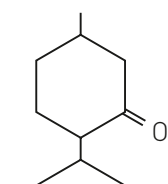
// A partir da destilação da casca da canela (*Cinnamomum zeylanicum*) obtém-se o óleo de canela, que é usado como carminativo (antiflatulento) na homeopatia.

A cetona mais conhecida é a propanona, cujo nome usual é **acetona**:

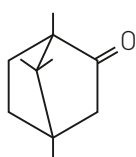


Nas condições ambientes, a acetona é um líquido (TE = 56 °C) incolor, de odor característico e inflamável. Algumas de suas principais aplicações são: solvente de tintas, vernizes e esmaltes e extração de princípios ativos (substâncias presentes em vegetais). Sua comercialização é controlada, por ser utilizada na extração da cocaína.

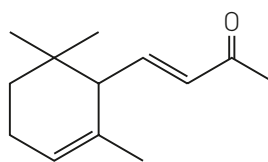
Muitas das cetonas cíclicas que são encontradas como produtos naturais apresentam odor agradável. Dentre elas, pode-se citar:



mentona
(odor de menta)



cânfora
(odor característico)



ionona
(odor de violeta)

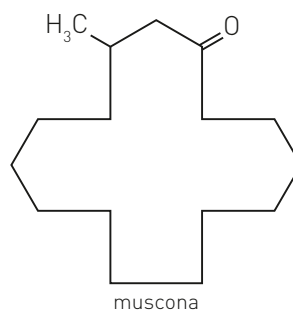
Esse tipo de cetona é utilizado em indústrias farmacêuticas, alimentícias e cosméticas, sendo a muscona uma das mais usadas em perfumaria.

Essa cetona é o princípio ativo de uma secreção glandular externa produzida por uma espécie de veado que habita a Ásia Central: o almiscareiro. Os machos dessa espécie produzem a muscona (almíscar) com a finalidade de atrair as fêmeas na época do acasalamento. Durante muito tempo a muscona extraída do almiscareiro foi utilizada em perfumaria como fixador de essências. Desde 1963, no entanto, grande número de países acordaram em não mais utilizar a substância extraída do veado, que se encontra em extinção. No seu lugar, tem-se desenvolvido substâncias artificiais, com aroma semelhante ao do almíscar.



Mark Bowler/LatinStock

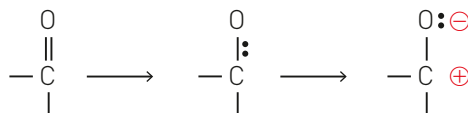
Veado-almiscareiro.



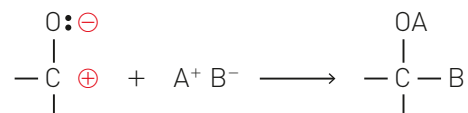
A molécula da muscona pode dobrar-se, torcer-se e adotar várias formas. Acredita-se que por esse motivo ela tenha a capacidade de penetrar em vários tipos de receptores olfativos.

Reações de aldeídos e cetonas

As principais reações envolvendo esses compostos ocorrem no grupo carbonila, com a quebra da ligação π entre o carbono e o oxigênio. Nessa cisão, o oxigênio, por ser mais eletronegativo, fica com o par de elétrons da ligação π , adquirindo carga negativa, e o carbono passa a apresentar carga positiva.

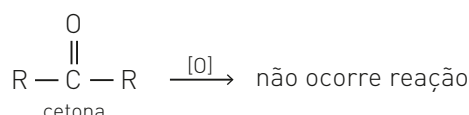
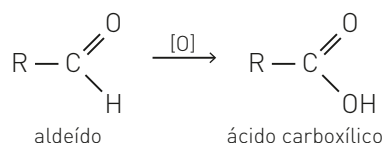


Assim, ocorrerá uma reação de adição, na qual a parte **negativa** do outro reagente (nucleófilo) se **adiciona** ao carbono $\oplus$, enquanto o oxigênio $\ominus$ se une à parte **positiva** do outro reagente.



Reação de oxidação

As reações de oxidação podem ocorrer na presença de agentes oxidantes, como KMnO_4 e $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, dentre outros. Genericamente, temos:

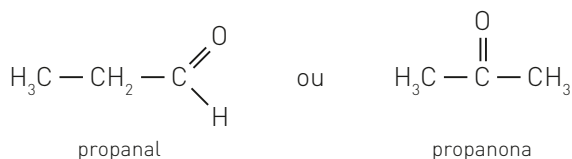


Como se pode observar, os aldeídos se oxidam, o que não ocorre com as cetonas. Por esse motivo, a reação de oxidação é utilizada para diferenciar os dois compostos.

Em laboratório, para diferenciar aldeídos de cetonas por meio de reações de oxidação, usam-se algumas misturas oxidantes:

- **Reativo de Tollens** — solução aquosa amoniacal de nitrato de prata.
- **Reativo de Fehling** — solução aquosa de sulfato de cobre em meio básico e tartarato duplo de sódio e potássio.
- **Reativo de Benedict** — solução aquosa de sulfato de cobre em meio básico e citrato de sódio.

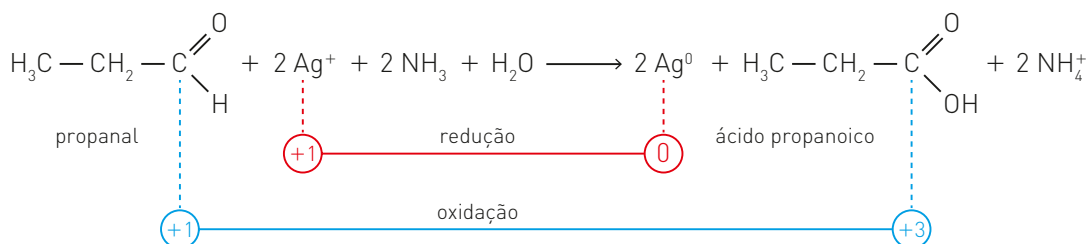
Supondo que em um laboratório haja um frasco contendo um líquido incolor e transparente, em cujo rótulo está escrita a fórmula $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$, e considerando que essa fórmula possa corresponder a:



para identificar qual das substâncias está no frasco, deve-se testá-la com um dos reativos mencionados — por exemplo, o reativo de Tollens (solução aquosa amoniacal de nitrato de prata).

Se no frasco houver propanal, ele será oxidado, originando ácido propanoico, enquanto os íons Ag^+ são reduzidos a Ag^0 (prata metálica). Ao realizar a reação em um tubo de ensaio, observa-se a formação de um espelho de prata, que corresponde à deposição da prata metálica (Ag^0) nas paredes internas do tubo, conforme mostrado na fotografia ao lado.

Essa reação pode ser equacionada da seguinte maneira:

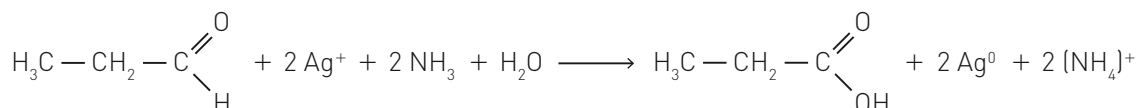
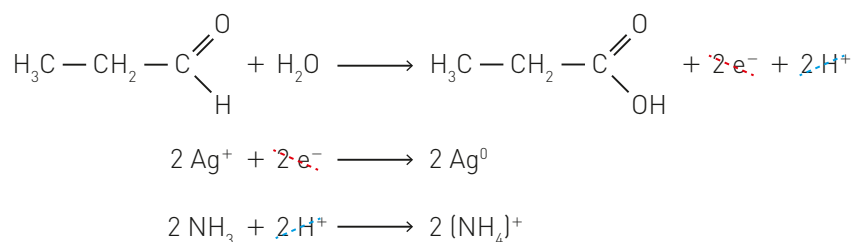


// Frasco contendo solução de $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$.



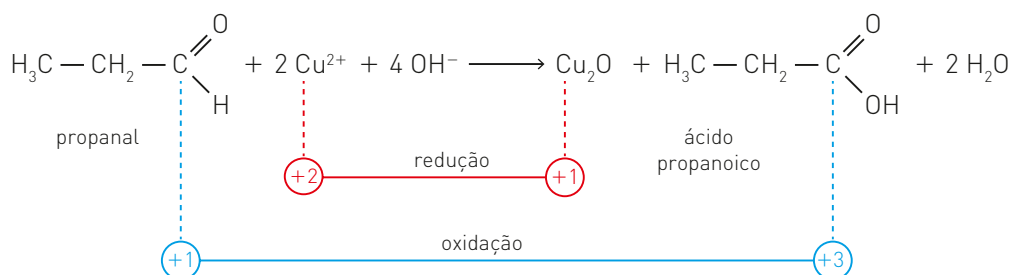
// Ao aquecermos o propanal, observamos a formação de um espelho de prata no tubo de ensaio.

A reação com o reativo de Tollens pode ser representada em etapas:



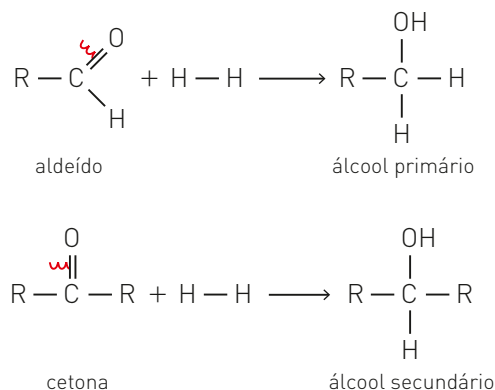
Se no frasco houver propanona (acetona), a reação não ocorrerá, pois as cetonas não se oxidam e, nesse caso, o teste de Tollens será negativo.

O teste também poderia ser feito com os reativos de Fehling e de Benedict. Ambos contêm o íon Cu^{2+} , que será reduzido enquanto o aldeído é oxidado, ocorrendo a formação de um precipitado avermelhado de Cu_2O . Essa reação pode ser representada por:



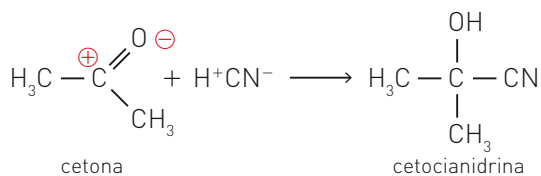
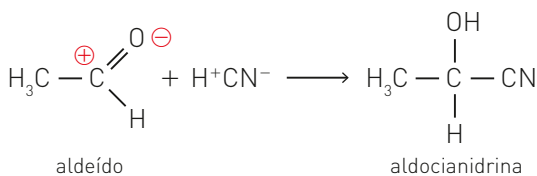
Reação de redução

Nesse tipo de reação, utiliza-se gás hidrogênio (H_2) ou hidrogênio nascente $[\text{H}]$, que pode ser obtido a partir da reação entre zinco e ácido clorídrico. Genericamente, temos:



Tanto a cetona quanto o aldeído reagem nessa situação, produzindo álcoois. A diferença está no tipo de álcool obtido: a reação de redução com o aldeído produzirá álcool primário, enquanto a redução com a cetona produzirá álcool secundário.

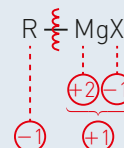
Reação de adição de HCN



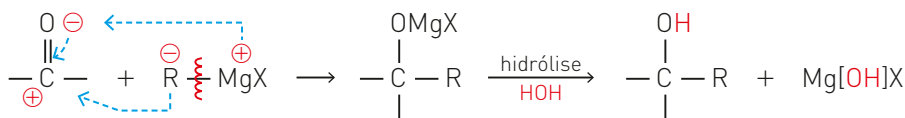
Reações com compostos de Grignard

Os aldeídos e as cetonas reagem com os compostos de Grignard ($R - MgX$), originando um composto intermediário que se hidrolisa e dá origem a diferentes álcoois.

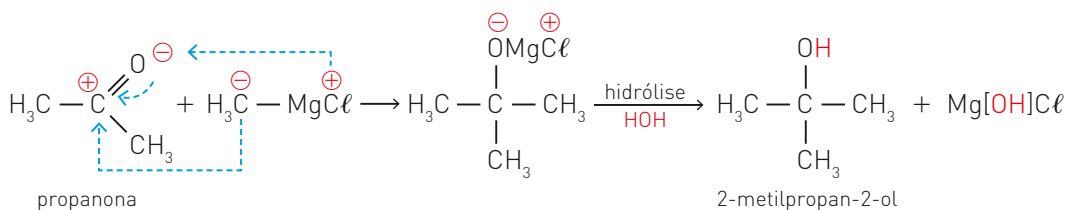
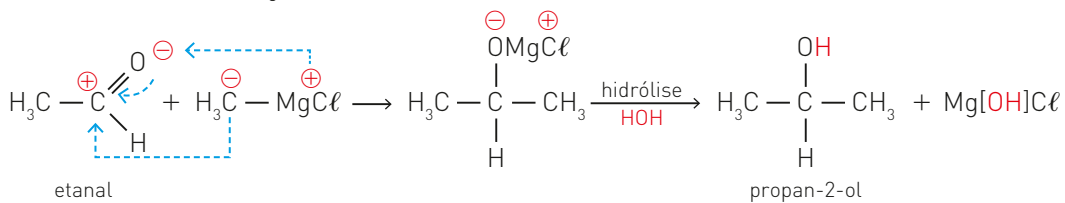
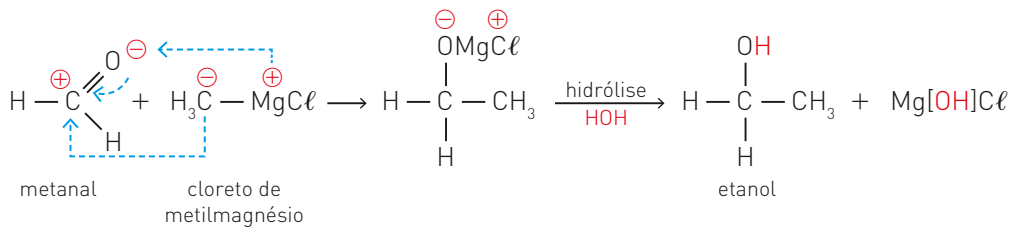
Nos compostos de Grignard, como o Mg apresenta $\text{Nox} = +2$ e o halogênio (X) apresenta $\text{Nox} = -1$, o grupo orgânico (R) derivado de um hidrocarboneto apresenta $\text{Nox} = -1$.



Genericamente, temos:



Observe os exemplos:



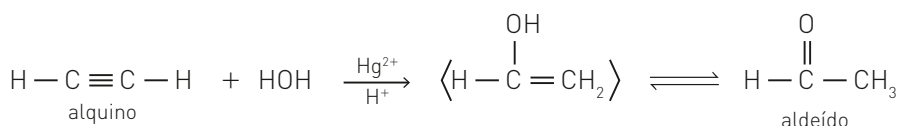
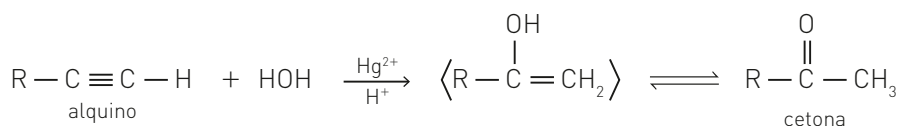
Genericamente, temos:

- metanal + composto de Grignard $\xrightarrow{\text{hidrólise}}$ álcool primário;
- outros aldeídos + composto de Grignard $\xrightarrow{\text{hidrólise}}$ álcool secundário;
- cetona + composto de Grignard $\xrightarrow{\text{hidrólise}}$ álcool terciário.

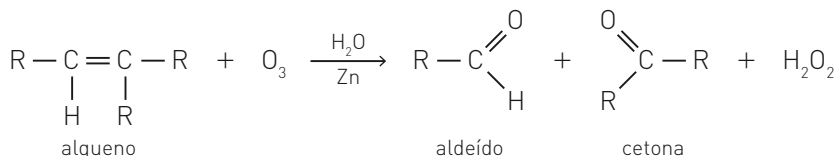
Métodos de obtenção de aldeídos e cetonas

Os principais métodos de obtenção de aldeídos e cetonas já foram vistos nos capítulos anteriores; vamos mencioná-los, portanto, de maneira resumida, e conhecer outros:

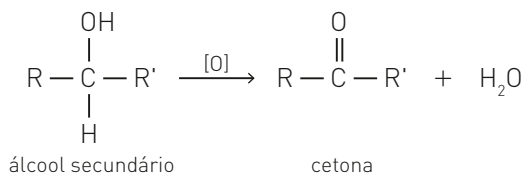
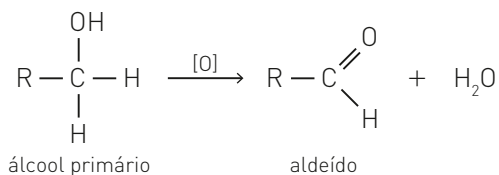
Hidratação de alquinos



Ozonólise de alquenos

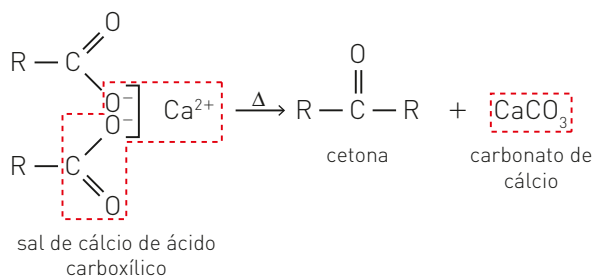


Oxidação de álcoois



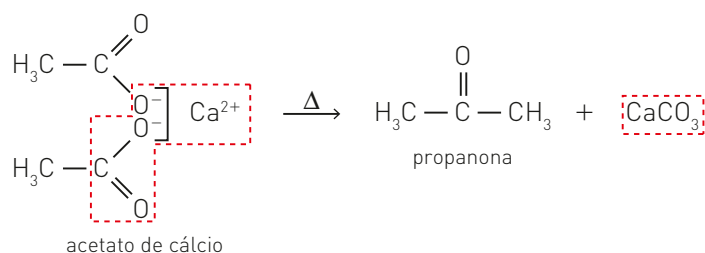
Método específico de obtenção de cetonas (Piria-Limpricht)

Esse método consiste no aquecimento de um sal de cálcio de ácido carboxílico, que se decompõe originando uma cetona e carbonato de cálcio.



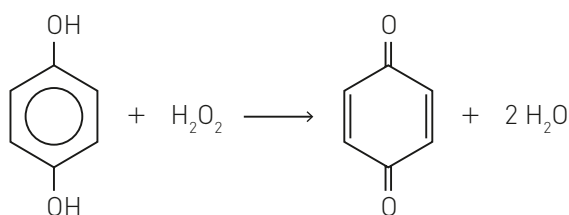
A propanona normalmente é comercializada como **acetona**, nome que surgiu devido ao fato de ela ser produzida a partir do acetato de cálcio.

Veja um exemplo:



Exercício resolvido

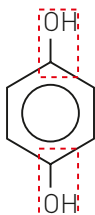
A tintura preta para cabelo é obtida pela reação:



- a) Que grupos funcionais estão presentes no reagente e no produto orgânico?
b) Identifique o agente oxidante e o agente redutor da reação.

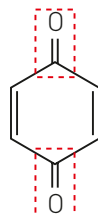
Solução

a) reagente



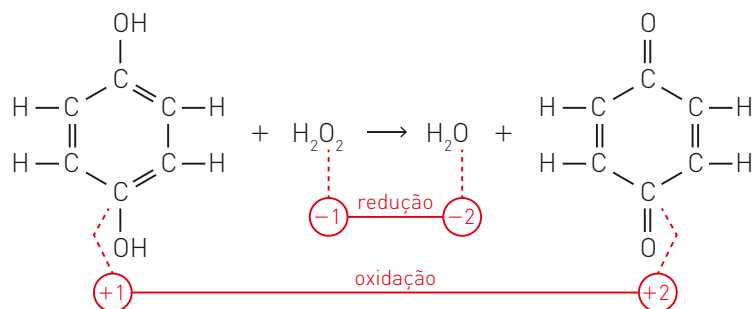
Como a hidroxil ($-\text{OH}$) está ligada a carbono aromático, temos a função **fenol**.

produto orgânico

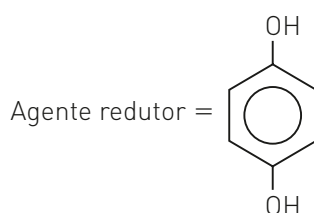


Como a carbonila ($-\text{C}(=\text{O})-$) está ligada a carbono secundário, temos a função **cetona**.

- b) Para que possamos determinar os agentes, devemos calcular os Nox dos átomos envolvidos.

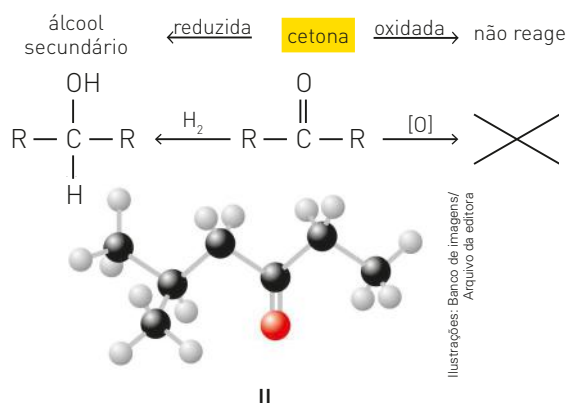
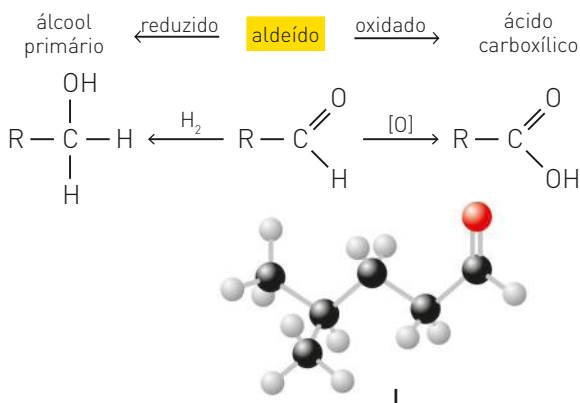


Agente oxidante = H_2O_2



Fundamentando seus conhecimentos

Considere as informações e as ilustrações e responda às questões 1 a 7.



- Dê os nomes dos compostos I e II.
- Equacione a redução do composto I.
- Equacione a redução do composto II.
- Equacione a oxidação, caso ocorra, do composto I.
- Equacione a oxidação, caso ocorra, do composto II.
- Qual dos compostos dá teste positivo com o reativo de Tollens?
- Os compostos I e II são isômeros? Justifique.

Desenvolvendo seus conhecimentos

1. [Cefet-PR] Cientistas trabalhando para a NASA descobriram que algumas plantas trepadeiras são ótimas para remover o formaldeído do ar, um possível agente cancerígeno encontrado em muitas casas. Eles dizem que, em média, uma casa pode ser completamente livre do gás formaldeído pela instalação de 70 trepadeiras.

Os pesquisadores analisaram um número razoável de plantas, mas as trepadeiras apresentaram absorção cinco vezes maior do gás do que qualquer outra. Não se sabe muito bem como elas o fazem. Cientistas recomendam uma planta para cada 2,5 m² em casas e escritórios.

(Chemistry in the Marketplace, 4. ed., Ed. Harcourt Brace, 1994.)

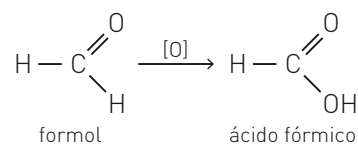
O formaldeído, quando sofre reação de oxidação, dá origem a um [*****] chamado [*****].

Indique a alternativa que preenche corretamente as lacunas.

- álcool, metanol.
- éster, metanoato.
- ácido, ácido etanoico.

- ácido, ácido metanoico.
- álcool, etanol.

2. [Uerj] O formol, ou formalina, é uma solução aquosa de metanal utilizada na conservação dos tecidos de animais e cadáveres humanos para estudos em Biologia e Medicina.

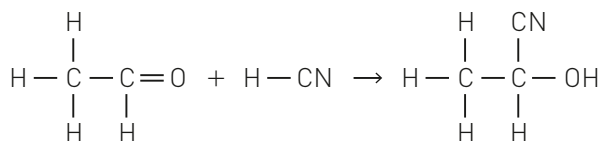


Ele é oxidado a ácido fórmico, segundo a equação acima, para evitar que os tecidos animais sofram deterioração ou oxidação.

Nessa transformação, o número de oxidação do carbono sofreu uma variação de:

- 4 para +4.
- 3 para -2.
- 2 para -1.
- 0 para +2.

3. (Fesp) O tipo de reação apresentado abaixo é de:

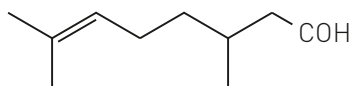


- a) substituição; d) dupla-troca;
 X b) adição; e) polimerização.
 c) eliminação;

4. (PUC-MG) Um composto capaz de reduzir a prata numa solução amoniacal de nitrato de prata pertence à função:

- a) ácido. X c) aldeído.
 b) cetona. d) éter.

5. (Uespi) Sobre o citrônial (óleo de eucalipto) abaixo, é correto afirmar:



- a) Sofre redução formando como produto principal álcool secundário.
 b) Não sofre reação de oxidorredução.
 c) O grupo aldeído reduz o reativo de Fehling e oxida o cobre II.
 X d) A parte aldeídica reage com HCN.
 e) Apresenta dois elétrons pi.

6. (UFPR) O propanal reage com o cloreto de metilmagnésio dando um produto de adição, o qual, por hidrólise, produz o composto orgânico A. Pedem-se:

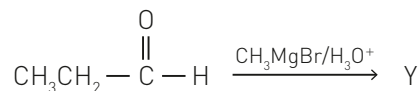
- a) a reação citada;
 b) o nome do composto A, a função à qual pertence e, se for o caso, sua classificação quanto à posição do grupo funcional na cadeia carbônica.

7. (UFSC) Os aldeídos e as cetonas reagem com os compostos de Grignard ($\text{R}-\text{MgX}$), originando um composto intermediário que, por hidrólise, dá origem a diferentes álcoois.

Indique o(s) álcool(is) que pode(m) ser obtido(s) pela reação, em separado, do metanal, do etanal e da propanona com o cloreto de metilmagnésio.

- a) Somente etanol. f) 1-propanol.
 X b) Etanol. g) 2-butanol.
 X c) 2-propanol.
 d) Metanol.
 X e) Metil-2-propanol.

8. (Ufop-MG) Os aldeídos produzem álcoois quando tratados com reagentes de Grignard. A reação do brometo de metilmagnésio com propanal, por exemplo, produz um álcool Y.



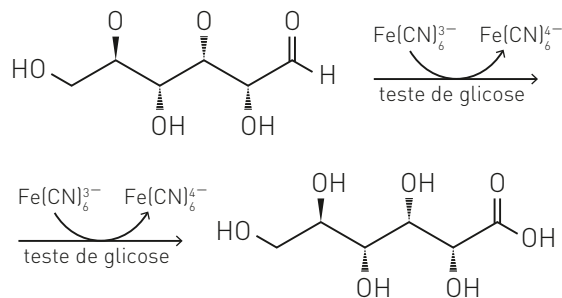
A partir desses dados, responda às seguintes questões:

- a) Dê a fórmula estrutural de Y.
 b) Justifique se o produto tem átomo de carbono assimétrico (quiral).

9. (UFRGS-RS) O ácido lactobiônico é usado na conservação de órgãos de doadores. A sua síntese é feita a partir da lactose, na qual um grupo aldeído é convertido em grupo ácido carboxílico. A reação em que um ácido carboxílico é formado a partir de um aldeído é uma reação de:

- a) desidratação. d) descarboxilação.
 b) hidrogenação. e) substituição.
 X c) oxidação.

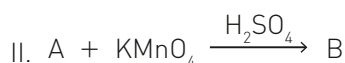
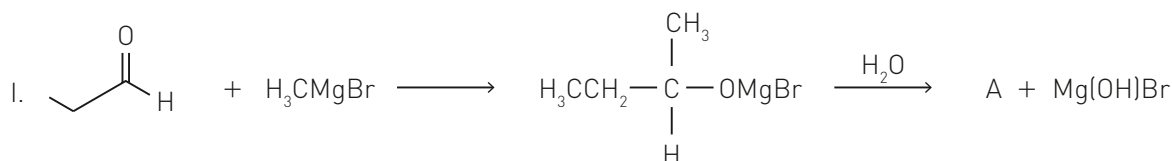
10. (Enem) No Brasil, cerca de 12 milhões de pessoas sofrem de diabetes *mellitus*, uma doença causada pela incapacidade do corpo em produzir insulina ou em utilizá-la adequadamente. No teste eletrônico para determinar a concentração da glicose sanguínea, a glicose é transformada em ácido glucônico e o hexacianoferrato(III) é transformado em hexacianoferrato(II), conforme mostra o esquema a seguir.



Em relação ao teste eletrônico, é correto afirmar que:

- a) A glicose sofre uma reação de redução e o hexacianoferrato(III) sofre uma reação de oxidação.
 X b) a glicose sofre uma reação de oxidação e o hexacianoferrato(III) sofre uma reação de redução.
 c) ambos, glicose e hexacianoferrato(III), sofrem reações de oxidação.
 d) ambos, glicose e hexacianoferrato(III), sofrem reações de redução.

11. (Cefet-RJ) A produção de álcoois primários, secundários ou terciários a partir de aldeídos ou cetonas pode ser representada pela equação I, e a oxidação de álcoois por KMnO_4 ou $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ em meio sulfúrico pode ser representada pela equação II.

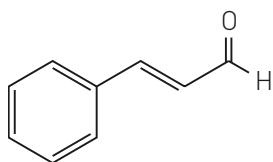


As nomenclaturas (IUPAC) das substâncias A e B são respectivamente:

- a) propan-1-ol e propanona.
- b) propan-1-al e butanona.
- c) propan-2 e propanona.
- d) butan-1-ol e butanal.
- x e) butan-2-ol e butanona.

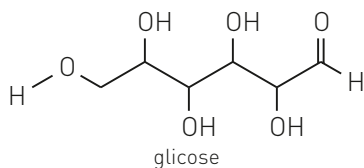
Desafiando seus conhecimentos

1. (Uerj) O óleo extraído da casca da canela é constituído principalmente pela molécula que possui a seguinte fórmula estrutural:



Nomeie a função à qual essa molécula pertence. Apresente, também, a fórmula estrutural da substância orgânica formada na oxidação do grupo carbonila dessa molécula.

2. (UFMG)



Escreva a fórmula estrutural do produto formado a partir da oxidação do grupo presente no carbono 1 da glicose.

3. (PUC-SP) Um líquido incolor e de odor característico foi analisado. As observações estão resumidas a seguir:

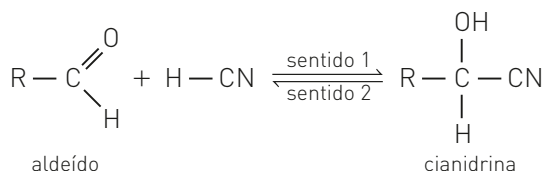
I. a substância é bastante solúvel em água;

- II. a combustão completa da substância produz quantidades equimolares de gás carbônico e de água;
- III. a redução da substância, utilizando-se gás hidrogênio e paládio como catalisador, resulta em um álcool de fórmula molecular $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$;
- IV. a substância não sofre oxidação na presença de dicromato de potássio em meio ácido, em condições brandas.

O líquido em questão é:

- a) éter dimetílico.
- b) metil-2-propanol.
- c) propanal.
- x d) propanona.
- e) butanona.

4. (Uerj) A adição de HCN a aldeídos é uma reação reversível, conforme demonstração.

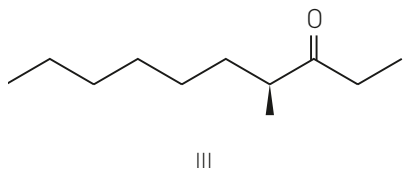
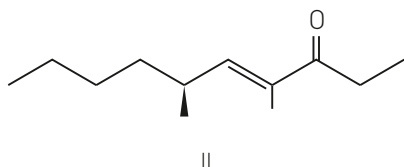
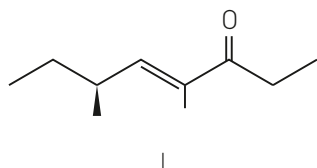


Um dos fatores que interfere nesse processo, deslocando o equilíbrio no sentido 1, é a presença de grupos elétron-atraentes no carbono vizinho à carbonila. Aplique essas informações aos aldeídos nomeados a seguir: 2-metil-propanal, propanal e 2,2-dicloro-propanal.

Indique:

- o nome do aldeído que provoca o maior deslocamento no sentido 1 e o número de isômeros de posição que ele apresenta;
- a fórmula estrutural do aldeído reagente de menor ponto de ebulição.

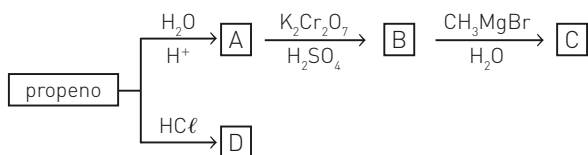
5. (UFC-CE) Os compostos I – III foram identificados na secreção das glândulas mandibulares da formiga *Manica rubida*.



Acerca desses compostos, é correto afirmar que:

- III é denominado 4-metil-3-undecanona.
- II reage com H_2/Pd para formar III.
- ☒ c) I tem menor ponto de fusão que II.
- I e II reagem com $2 [Ag(NH_3)]OH$.
- I – III são cetonas insaturadas.

6. (Uerj) Um laboratorista recebeu instrução para a elaboração de sínteses a partir do propeno. Essas instruções continham quatro lacunas — A, B, C e D —, como pode ser observado no esquema a abaixo.



Considere, apenas, o principal produto orgânico formado em cada etapa.

Apresente as fórmulas estruturais planas dos compostos orgânicos que correspondem, respectivamente, às lacunas A, B, C e D.

7. (UFF-RJ) Cetonas são compostos orgânicos ternários (C, H, O) que apresentam o grupo funcional carbonila. Propanona, cânfora e butanodiona são exemplos desses compostos e podem ser obtidos por meio de várias reações.

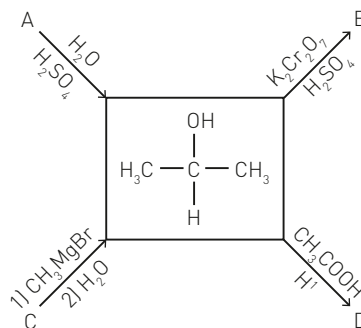
Considere as seguintes reações:

- hidratação de alquenos que possuem mais de dois átomos de carbono;
- oxidação de um álcool secundário;
- hidrólise de ésteres;
- hidratação de alquinos que possuem mais de dois átomos de carbono.

As reações que permitem a obtenção de cetonas são as indicadas por:

- I e II.
- I, II e III.
- I, II e IV.
- II e III.
- ☒ e) II e IV.

8. (UFMA) O isopropanol é empregado como solvente em diversas áreas, como na indústria de cosméticos, tintas etc. Utilizando os seus conhecimentos sobre os processos de preparação e reações de álcoois, dê a estrutura dos compostos orgânicos A, B, C e D.



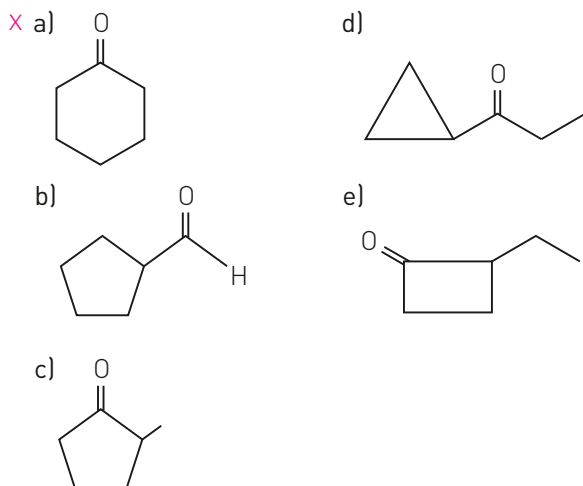
9. (UFF-RJ) A reação de Grignard é uma ferramenta importante na formação de ligações carbono-carbono. Trata-se de uma reação química organometálica em que haletos de alquil ou aril magnésio (reagentes de Grignard) atuam como nucleófilos que reagem com átomos de carbono eletrofílico que estão presentes em grupos polares (por exemplo, em um grupo carbonila) para produzir uma ligação carbono-carbono.

Os álcoois formados a partir da reação do brometo de etil magnésio com formaldeído, acetaldeído e acetona são, respectivamente,

- etanol, propan-1-ol e pentan-2-ol.
- ☒ b) propan-1-ol, butan-2-ol e 2-metilbutan-2-ol.
- metanol, etanol e propan-2-ol.
- propan-2-ol, butan-2-ol e pentan-2-ol.
- etanol, propan-2-ol e 2-metilbutan-2-ol.

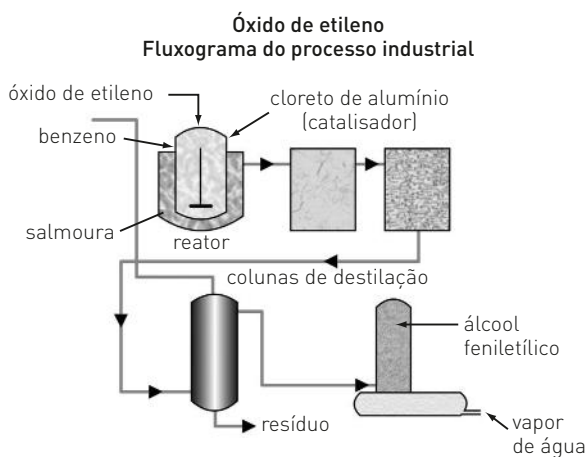
10. (UFMA) O composto X possui a seguinte fórmula molecular: $C_6H_{10}O$. Ele não reduz o reativo de Tollens (Ag/NH_3), mas reage com o reagente de Grignard (CH_3MgI), produzindo um álcool que não apresenta atividade óptica.

A fórmula estrutural do composto X é:



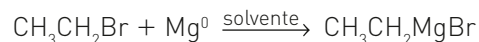
O texto a seguir é referente às questões 11 e 12.

Um dos isômeros do álcool feniletílico é um álcool primário muito empregado em formulações de perfumes. Esse composto possui aroma de rosas, ocorrendo nos óleos voláteis da rosa, da flor de laranjeira e de outras flores. Industrialmente, pode ser obtido a partir do óxido de etileno, como esquematizado no fluxograma a seguir.

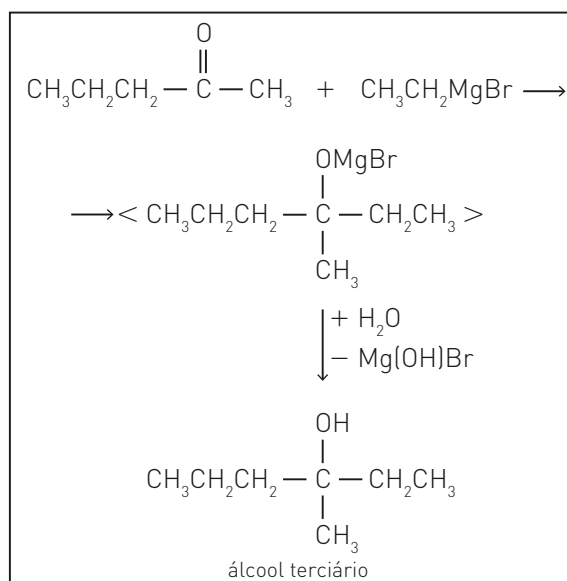
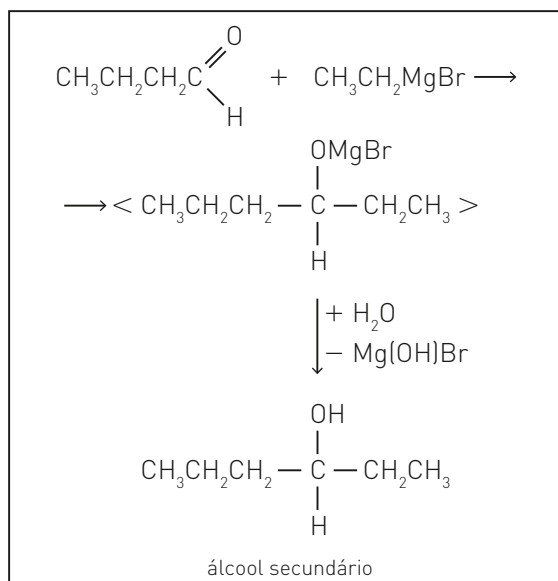


11. (UFRJ) Escreva, utilizando a representação em bastão para os compostos orgânicos, a equação completa e balanceada da reação de obtenção do álcool feniletílico esquematizada no fluxograma.
12. (UFRJ) Escreva a fórmula em bastão e a nomenclatura do isômero do óxido de etileno que apresenta o grupamento carbonila.

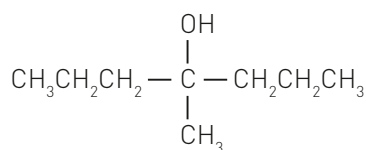
13. (Fuvest-SP) Em 1912, François Auguste Victor Grignard recebeu o prêmio Nobel de Química pela preparação de uma nova classe de compostos contendo, além de carbono e hidrogênio, magnésio e um halogênio — os quais passaram a ser denominados “compostos de Grignard”. Tais compostos podem ser preparados pela reação de um haleto de alquila com magnésio em solvente adequado.



Os compostos de Grignard reagem com compostos carbonílicos (aldeídos e cetonas), formando álcoois. Nessa reação, forma-se um composto intermediário que, reagindo com água, produz o álcool.

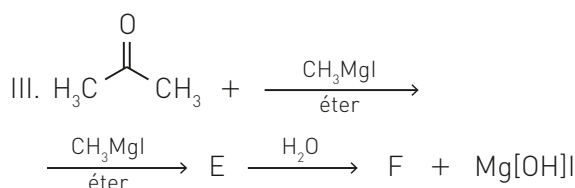
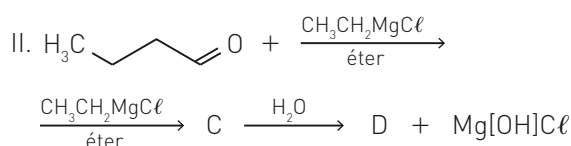
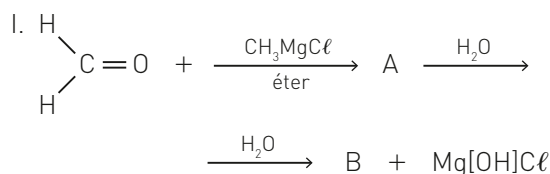


Por este método, para preparar o álcool terciário



há duas possibilidades de escolha dos reagentes. Escreva cada uma delas.

14. (UEPG-PR) Considerando-se as equações químicas abaixo, assinale o que for correto.



01) Na reação (III), o composto F é o 2-butanol.

X 02) Na reação (II), o composto D é o 3-hexanol.

X 04) Na reação (I), o composto B é o etanol.

08) Todas as reações propostas produzem álcoois secundários.

16) O tratamento dos produtos B e D, obtidos nas reações (I) e (II), por KMnO_4 concentrado a quente, em meio ácido, forma ácidos carboxílicos.

15. (PUC-SP) A análise de um composto orgânico oxigenado de fórmula geral $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ permitiu uma série de informações sobre o comportamento químico da substância.

I. A combustão completa de uma amostra contendo 0,01 mol desse composto forneceu 1,76 g de CO_2 e 0,72 g de água.

II. Esse composto não sofre oxidação em solução de KMnO_4 em meio ácido.

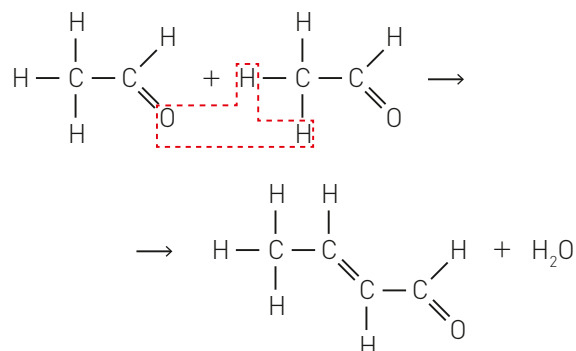
III. A redução desse composto fornece um álcool.

Dados: C = 12; H = 1; O = 16.

Com base nessas afirmações é possível deduzir que o nome do composto é:

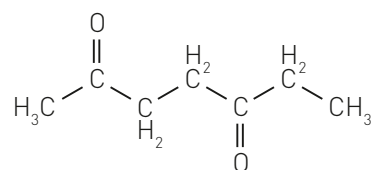
- a) etoxi etano. c) butan-2-ol.
b) butanal. X d) butanona.

16. (Fuvest-SP) Na chamada condensação aldólica intermolecular, realizada na presença de base e a uma temperatura adequada, duas moléculas de compostos carbonílicos (iguais ou diferentes) reagem com formação de um composto carbonílico insaturado. Nessa reação, forma-se uma ligação dupla entre o carbono carbonílico de uma das moléculas e o carbono vizinho ao grupo carbonila da outra, com eliminação de uma molécula de água.



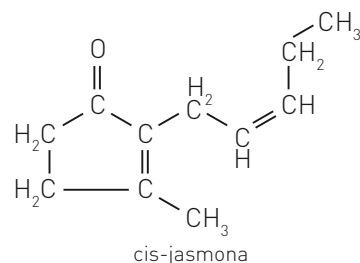
Analogamente, em certos compostos dicarbonílicos, pode ocorrer uma condensação aldólica intramolecular, formando-se compostos carbonílicos cíclicos insaturados.

- a) A condensação aldólica intramolecular do composto dicarbonílico

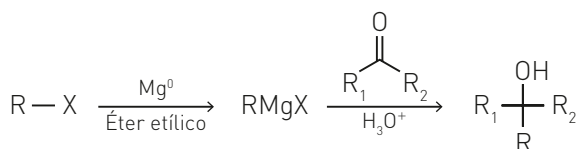


pode produzir duas ciclopentenonas ramificadas, que são isoméricas. Mostre as fórmulas estruturais planas desses dois compostos.

- b) A condensação aldólica intramolecular de determinado composto dicarbonílico, X, poderia produzir duas ciclopentenonas ramificadas. No entanto, forma-se apenas a cis-jasmona, que é a mais estável. Mostre a fórmula estrutural plana do composto X.

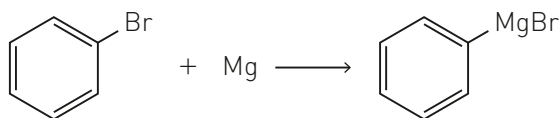
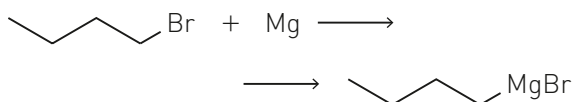


17. (UFPR) A formação de ligações carbono-carbono (C — C) é um grande desafio na química orgânica, e entre as estratégias disponíveis, pode-se citar a Reação de Grignard. Nessa reação, um haleto de alquila ou arila (R — X) reage com magnésio metálico (Mg⁰), levando ao organomagnésio correspondente (RMgX), adicionando-se, na sequência, um composto carbonilado (R'COR). A reação termina com a adição de um ácido mineral (H₃O⁺) levando ao produto a partir da formação de uma nova ligação C — C.

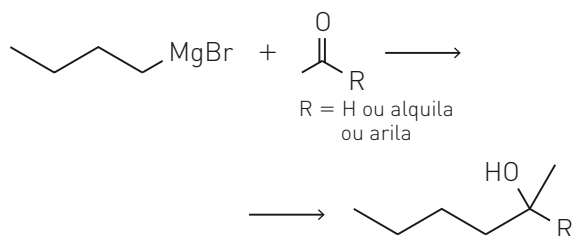


Com relação ao emprego dos reagentes brometo de etila (bromoetano) e acetaldeído (etanal) na Reação de Grignard, responda:

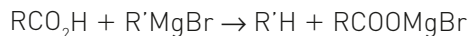
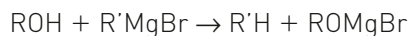
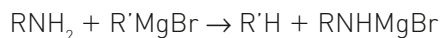
- Qual é a fórmula estrutural (notação em bastão) do produto formado?
 - Qual é a função orgânica presente no produto?
 - Qual é o nome oficial IUPAC da substância obtida como produto?
18. (Fuvest-SP) Os chamados “compostos de Grignard” foram preparados, pela primeira vez, por Victor Grignard no final do século XIX. Esses compostos podem ser obtidos pela reação de um haleto de alquila ou haleto de arila com magnésio metálico, utilizando um éter como solvente, conforme representado pelas seguintes equações químicas:



Os compostos de Grignard são muito úteis, por exemplo, para preparar álcoois a partir de cetonas ou aldeídos, conforme representado abaixo:

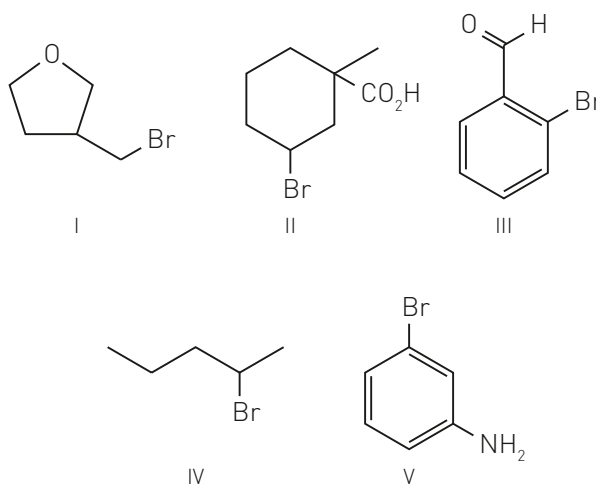


Os compostos de Grignard também reagem com aminas, álcoois e ácidos carboxílicos, conforme representado pelas seguintes equações químicas:

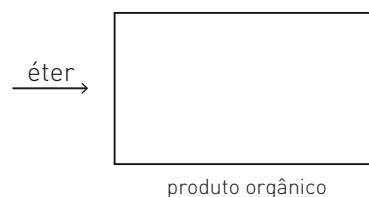
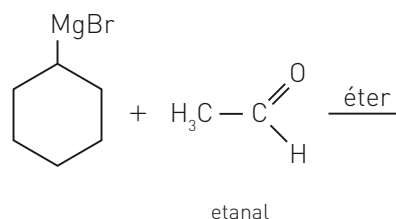


Assim sendo, para preparar um composto de Grignard, é preciso escolher corretamente o haleto orgânico, que não deve conter grupos funcionais que reajam com o composto de Grignard que se pretende preparar.

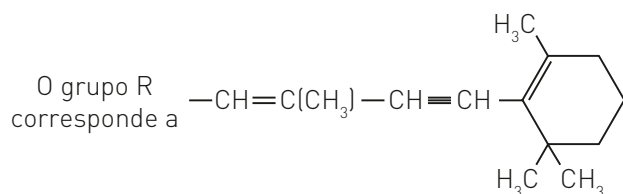
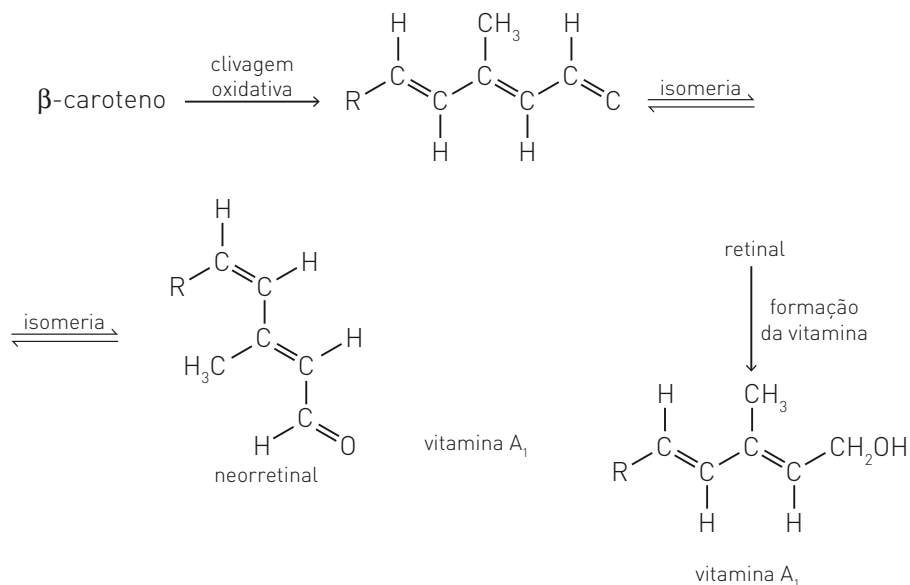
- a) Dentre os cinco compostos representados abaixo, apenas dois são adequados para reagir com magnésio e preparar compostos de Grignard. Indique esses dois compostos, justificando sua escolha.



- b) Escreva a fórmula estrutural do produto orgânico da reação representada abaixo.



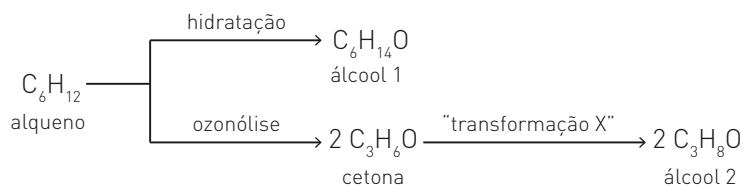
19. (UFRN) Os organismos vivos sintetizam, por meio de reações de biossíntese, muitos dos compostos de que necessitam. Em uma dessas reações, o betacaroteno (presente em tomates, cenouras etc.) sofre quebra por oxidação para produzir duas moléculas de um aldeído chamado retinal. Posteriormente, duas outras reações ocorrem: conversão do retinal em vitamina A₁ e isomerização do retinal em neorretinal, representadas no diagrama a seguir.



Considerando o diagrama, pode-se afirmar que a reação de formação da vitamina A₁ e o tipo de isomeria entre retinal e neorretinal são, respectivamente:

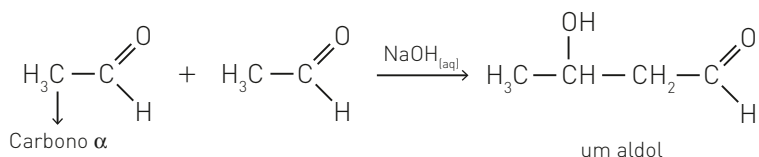
- a) reação de redução e isomeria funcional.
b) reação de hidrólise e isomeria geométrica.
X c) reação de redução e isomeria geométrica.
d) reação de hidrólise e isomeria funcional.

20. (UFPE) Observe o esquema abaixo e analise os itens seguintes.

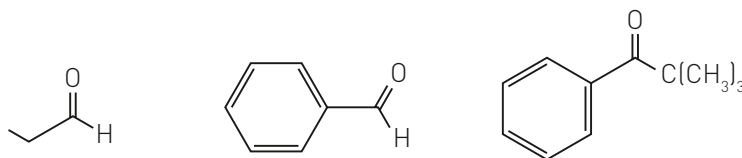


- F 0-0) O alqueno representado no esquema é o 3-hexeno.
- F 1-1) O álcool 1 é o 3-hexanol.
- F 2-2) A partir de 0,5 mol do alqueno representado, podemos obter 0,25 mol da cetona, considerando o rendimento da ozonólise igual a 100%.
- V 3-3) A transformação X é uma redução.
- V 4-4) A cetona representada no esquema é mais volátil que a água.

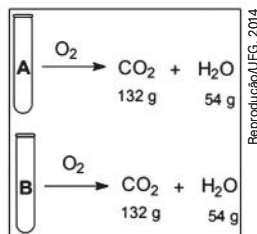
21. (Fuvest-SP) Quando o acetaldeído é tratado com solução aquosa de hidróxido de sódio, forma-se um aldol (composto que contém os grupos OH e C=O):



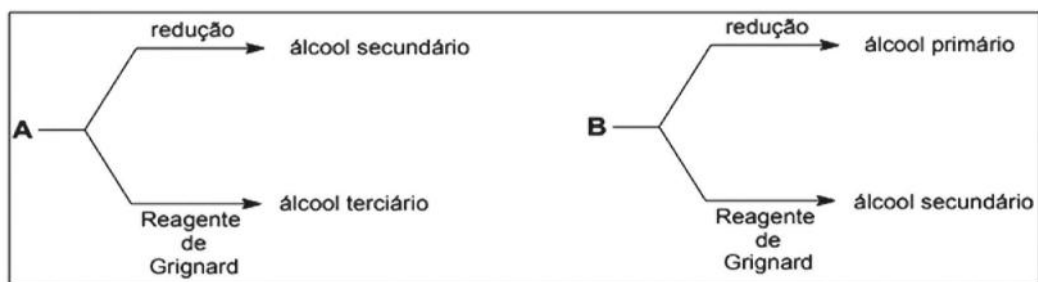
Essa reação, chamada de reação aldólica, ocorre com aldeídos e cetonas que possuem pelo menos um átomo de hidrogênio ligado ao átomo de carbono α em relação ao grupo carbonila. Considere os compostos:



- a) Se os compostos acima forem tratados, separadamente, com solução aquosa de hidróxido de sódio, apenas um deles produzirá um aldol. Escreva a fórmula estrutural completa (com todos os átomos de C, H e O) desse reagente. Justifique por que os demais compostos não darão aldólica nessas condições.
- b) Escreva a equação química que representa a transformação citada no item a, dando a fórmula estrutural do aldol formado.
22. (UFG-GO) Em um experimento, um químico analisou duas amostras, A e B. O primeiro procedimento foi realizar a combustão total de 1 mol de cada amostra, isoladamente, obtendo como produto 132 g de gás carbônico e 54 g de água, em cada combustão, conforme esquema abaixo:



Após a combustão, a fim de determinar a qual função orgânica pertencia A e B, o químico submeteu a amostra A a uma reação de redução e a uma reação de Grignard, cada uma isoladamente, e obteve como produto da redução um álcool secundário e como produto da reação de Grignard um álcool terciário. Ao submeter a amostra B às mesmas reações, obteve como produto da redução de B um álcool primário e como produto da reação de Grignard um álcool secundário, conforme esquema abaixo:



Mediante o exposto:

- a) determine a fórmula molecular de A e B;
- b) determine a fórmula estrutural plana de A e B.

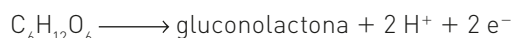
Biobaterias

Você já imaginou usar açúcar para ligar o seu aparelho digital de música? Pois isso já é possível graças a uma bateria que utiliza enzimas como catalisadores e gera eletricidade obtida do açúcar.

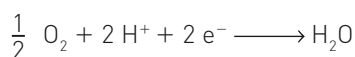
Os açúcares são fontes de energia naturais, produzidos pelas plantas através da fotossíntese. Isso significa que, mais do que renováveis, eles são naturalmente regenerativos e disponíveis na maior parte da superfície do planeta.

O funcionamento dessa bateria baseia-se em uma reação eletroquímica que utiliza a glicose (açúcar) como combustível.

No ânodo, onde existem enzimas, ocorre a oxidação da glicose, originando a gluconolactona, íons H^+ e elétrons:

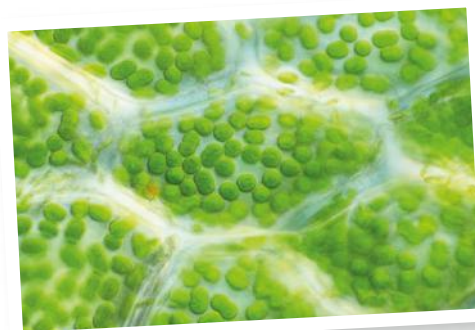


Os íons de hidrogênio migram para o cátodo, passando através de uma folha de papel celofane que separa os dois eletrodos. No cátodo, onde existem enzimas redutoras, os íons H^+ e os elétrons reagem com o gás oxigênio produzindo água:



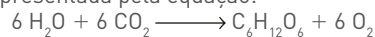
Um elemento-chave para o sucesso da fabricação da biobateria foi um mecanismo capaz de fixar as enzimas nos eletrodos. A tecnologia desenvolvida utiliza dois polímeros com cargas opostas. A interação eletrostática entre os polímeros retém as enzimas sem afetar sua atividade.

// A biobateria é alimentada por uma solução contendo 0,4 mol/L de glicose em uma solução aquosa de concentração 1 mol/L de fosfato de sódio. A tensão máxima gerada atinge 0,8 V.



SP/Fotorena

// Os cloroplastos são organelas que contêm clorofila e estão presentes exclusivamente no citoplasma de células de plantas e de algas. Eles são responsáveis pelo fenômeno biológico da fotossíntese, que pode ser representada pela equação:



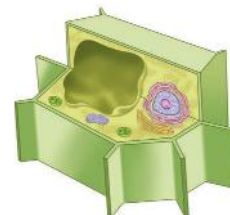
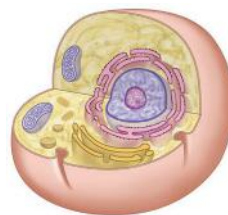
Para essa reação ocorrer, existe a necessidade da presença da luz. (Micrografia eletrônica colorida artificialmente.)



Yoshikazu Tsuno/Agência France-Press

A respeito das ilustrações seguintes, que representam duas células, responda às questões 1 e 2.

1. Qual delas representa uma célula vegetal? Justifique.
2. Qual o nome da organela em que está localizada a clorofila? Qual a função da clorofila?
3. Escreva, usando fórmulas, a semirreação que ocorre no ânodo.
4. Escreva a reação global dessa bateria.

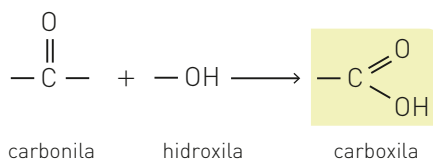


Ilustrações: Paulo César Pereira/Arquivo da editora

5. Calcule o número de oxidação médio do carbono na glicose e na gluconolactona e indique na reação global os agentes oxidante e redutor.
6. Qual organela citoplasmática, citada no texto, é responsável pelo fenômeno da fotossíntese? Essa organela está presente em todos os seres vivos?
7. Escreva a fórmula molecular da substância gluconolactona citada no texto.
8. Considerando as semirreações citadas no texto, escreva a equação geral da pilha de glicose.

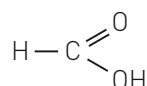
Ácidos carboxílicos

Essa função é caracterizada pelo grupo funcional carboxila:



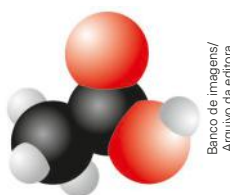
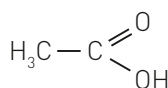
Os dois ácidos carboxílicos de menor massa molecular são os ácidos metanoico e etanoico.

- **Ácido metanoico**



Também é conhecido como **ácido fórmico** (do latim *formica* = formiga) por ter sido encontrado pela primeira vez em formigas, que o injetam durante a picada, provocando irritação.

- **Ácido etanoico**



Esse é o ácido carboxílico mais conhecido. Seu nome usual é **ácido acético** (do latim *acetum* = vinagre). Ele é o principal componente do vinagre (solução aquosa de 4% a 6% de ácido acético).

Veja outros exemplos:

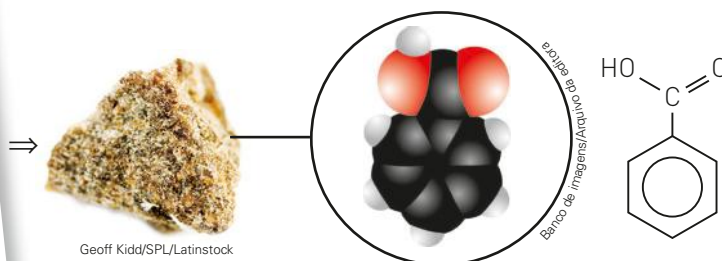
- **Ácido benzoico**

O ácido carboxílico aromático de menor massa molar é o ácido benzoico.

O ácido benzoico é muito utilizado como conservante em alimentos industrializados, apresentando ação bactericida.

Os ácidos carboxílicos estão presentes em muitos aspectos da nossa vida, em nosso corpo, nos alimentos, nos medicamentos, etc.

Daniel Heuclin/NHPA/Photoshot/Other Images



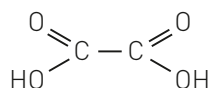
// Quando o tronco da árvore *Styrax benjoin*, existente exclusivamente na Ásia tropical, é submetido a cortes, dele escorre uma seiva que se solidifica originando o benjoim. Do benjoim pode ser extraído o ácido benzoico, cujo nome vem de sua fonte de obtenção.

Simon Dannhauer/Shutterstock



// O ácido metanoico, originalmente extraído de formigas, hoje é sintetizado em laboratório.

• Ácido etanodioico



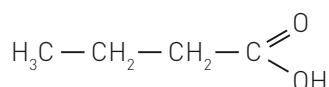
Seu nome usual é **ácido oxálico**, encontrado no tomate e nas folhas de ruibarbo e de espinafre. É um dos ácidos presentes em maior quantidade na natureza. Um sal desse ácido, o **oxalato de cálcio**, é um dos principais componentes dos cálculos renais.



// A Itália é um dos países com maior incidência de cálculo renal. Isso porque um dos principais componentes da alimentação nesse país é o tomate, que contém oxalato de cálcio. A imagem à direita apresenta cálculos renais.



• Ácido butanoico



Se a manteiga for deixada fora do refrigerador, em contato com o ar, durante alguns dias, exala um odor desagradável. Esse odor é devido ao ácido butanoico, que também é conhecido por **ácido butírico** (do latim *butyrum* = manteiga).



// A manteiga é obtida a partir do leite. Quando o creme do leite é batido, os glóbulos de gordura se aglutinam originando a manteiga. Atualmente, seu uso está largamente substituído pela margarina, de origem vegetal.

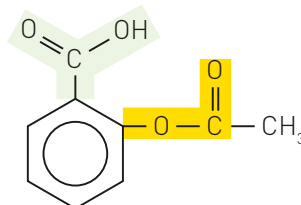
• Ácido acetilsalicílico (AAS)

O AAS é o analgésico e antipirético mais utilizado em todo o mundo, apresentando também propriedades anti-inflamatórias. Atualmente, o AAS tem se mostrado eficaz na prevenção de problemas circulatórios, agindo como vasodilatador.

// O AAS é um dos medicamentos há mais tempo usados pelo ser humano. Por volta do século V a.C., os gregos mascavam pedaços de casca de salgueiro para aliviar a dor. O agente ativo presente nessas cascas é o AAS.



fórmula estrutural



funções presentes

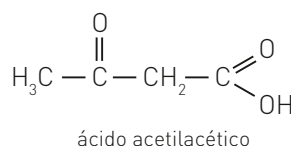
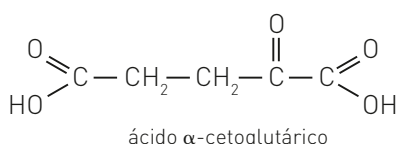
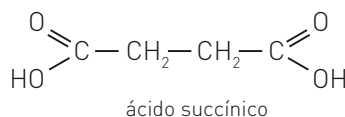
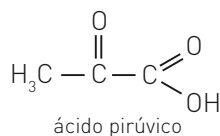
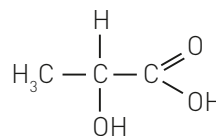
- ácido carboxílico
- éster

Os ácidos carboxílicos em nosso corpo e na Medicina

Muitos ácidos e seus derivados desempenham papéis importantes tanto no metabolismo animal como no vegetal. Alguns deles estão presentes no sangue, como o ácido láctico, cuja fórmula está representada ao lado.

Esse ácido é produzido nos músculos durante a execução de exercícios físicos e é responsável pela fadiga muscular. Também está presente no leite azedo.

Outros derivados de ácidos carboxílicos encontrados no sangue, provenientes da degradação de açúcares e gorduras, são:



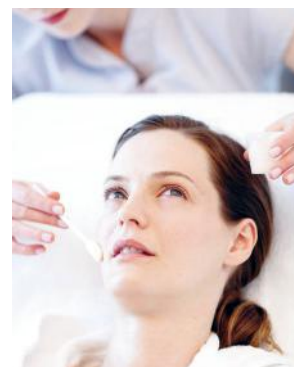
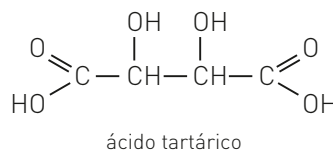
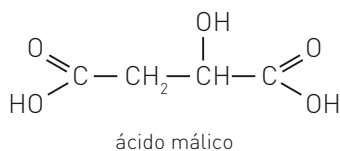
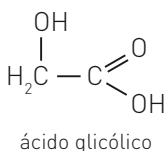
Tanto o ácido succínico como o ácido acetilacético são encontrados em quantidades anormalmente elevadas no sangue de algumas pessoas, o que pode ser devido a vários fatores, como:

- alimentação, quando essas pessoas ingerem grande quantidade de gorduras;
- alteração metabólica, quando há degradação de gorduras em quantidades acima do normal.

Um grupo de ácidos carboxílicos denominados alfa-hidroxiácidos entra na composição de vários cosméticos que têm a finalidade de reduzir as rugas, amaciar a pele e provocar sua esfoliação, dando-lhe uma aparência mais jovem.

Na aplicação de *peeling* facial, os dermatologistas usam uma solução de 50% a 70% de ácido glicólico. Essa solução provoca uma descamação branda e superficial da pele. Sua ação consiste em queimar as células mortas e acelerar o crescimento de novas células.

Alguns alfa-hidroxiácidos são:



GARO/PHANIE/Keystone

O ácido glicólico é usado em tratamentos estéticos.

Reflita

1. O ácido láctico possui isomeria óptica? Justifique.
2. Qual o nome do processo biológico que gera a fadiga muscular?
3. Considerando o ácido tartárico, o ácido acetilacético e o ácido málico, coloque-os em ordem crescente em relação a suas polaridades.
4. Dos ácidos citados na leitura, quais deles precisariam de 2 mol de soda cáustica para a neutralização total?
5. Explique por que se recomenda às pessoas que, durante tratamentos de *peeling*, evitem a exposição direta da pele à luz solar.

Ácidos graxos

SAIBA MAIS

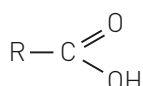
Química e aparência, de João Usberco, Edgard Salvador e Joseph Elias Benabou. Col. Química no Corpo Humano. Editora Saraiva.

Sabonetes, xampus, tinturas, higiene bucal e desodorantes são tratados do ponto de vista de seus componentes químicos e seus mecanismos de ação, fornecendo um panorama geral dos processos envolvidos na higiene pessoal.

Há também uma categoria especial de ácidos, denominada ácidos graxos, que é encontrada na natureza nos lipídios, ou seja, nos óleos e nas gorduras, o que determina o seu nome.

Ácidos graxos são ácidos carboxílicos com doze ou mais átomos de carbono, de cadeia alifática normal, que podem ser saturados ou insaturados.

Os ácidos graxos encontrados com mais frequência têm um número par de carbonos em suas cadeias (12, 14, 16 ou 18), podendo genericamente ser representados por:



em que:

$R \geq 11$ carbonos e

$R - C$: número par de carbonos

Veja no quadro a seguir alguns ácidos graxos.

Nome usual	Fórmula	Características
ácido láurico	$C_{11}H_{23}-C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow OH \end{array}$	- ácidos graxos saturados - fórmula geral: $C_nH_{2n+1}-C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow OH \end{array}$ ou $C_nH_{2n}O_2$
ácido mirístico	$C_{13}H_{27}-C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow OH \end{array}$	
ácido palmítico	$C_{15}H_{31}-C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow OH \end{array}$	
ácido esteárico	$C_{17}H_{35}-C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow OH \end{array}$	
ácido palmitoleico	$C_{15}H_{29}-C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow OH \end{array}$	- ácidos graxos insaturados com uma dupla-ligação - fórmula geral: $C_nH_{2n-1}-C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow OH \end{array}$ ou $C_nH_{2n-2}O_2$
ácido oleico	$C_{17}H_{33}-C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow OH \end{array}$	
ácido linoleico	$C_{17}H_{31}-C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow OH \end{array}$	- ácido graxo insaturado com duas duplas-ligações - fórmula geral: $C_nH_{2n-3}-C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow OH \end{array}$ ou $C_nH_{2n-4}O_2$
ácido linolênico	$C_{17}H_{29}-C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow OH \end{array}$	

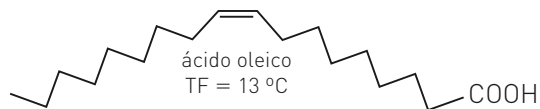
Considerando ácidos graxos com o mesmo número de carbonos, verifica-se que os insaturados sempre apresentam uma temperatura de fusão menor do que os saturados.



ácido esteárico
TF = 69 °C

Ilustrações: Banco de
imagens/Arquivo da editora

// As gorduras animais e vegetais são fontes importantes de ácidos graxos saturados.



ácido oleico
TF = 13 °C

 CORES FANTASIA

 AUSÊNCIA DE PROPORÇÃO

// Os óleos, principalmente de origem vegetal, são a mais importante fonte de ácidos graxos insaturados, cuja ingestão, atualmente, é considerada mais saudável do que a dos saturados.

SAIBA MAIS

A composição dos alimentos, de João Usberco, Edgard Salvador e Joseph Elias Benabou. Editora Saraiva.

Os autores apresentam os fenômenos químicos por trás da alimentação (digestão, conservação, apodrecimento, etc.), discutindo também seus aspectos biológicos e sociais.

Os ácidos graxos

Os ácidos graxos podem ser obtidos a partir da hidrólise de óleos e gorduras.

Instituições médicas, como a *American Heart Association*, recomendam a substituição de compostos saturados por insaturados na dieta, pois os saturados podem provocar doenças cardíacas e certos tipos de câncer em pessoas com idade avançada.

O quadro a seguir mostra a composição percentual aproximada de ácidos graxos contidos em amostras típicas de óleos e gorduras comuns em nosso dia a dia.

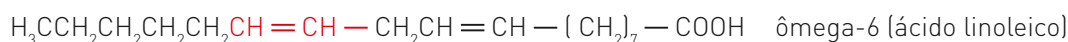
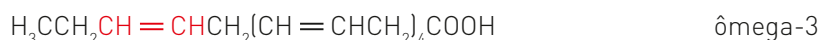
Óleos ou gorduras		Ácidos saturados				Ácidos insaturados			
		C ₁₂ láurico	C ₁₄ mirístico	C ₁₆ palmitico	C ₁₈ esteárico	1 C = C		2 C = C	3 C = C
						C ₁₆ palmitoleico	C ₁₈ oleico	C ₁₈ linoleico	C ₁₈ linolênico
Gorduras	Manteiga	4	12	29	11	4	25	2	–
	Banha	–	3	24	18	3	42	9	–
Óleos vegetais	Milho	–	–	13	4	–	29	54	–
	Soja	–	–	11	4	–	25	51	9
	Algodão	–	1	29	4	2	24	40	–
	Oliva	–	–	14	2	2	64	16	–
	Amendoim	–	–	6	5	–	61	22	–

Observações: 1. Na composição da manteiga e do óleo de amendoim há outros ácidos.

2. Os compostos presentes em quantidades menores que 1% não são indicados no quadro.

Novidades: ômega-3 e ômega-6

As expressões ômega-3 e ômega-6 indicam a localização de uma ligação dupla entre carbonos, numerando-se a cadeia de um ácido graxo a partir da extremidade oposta à do grupo —COOH . A letra ômega (ω) é a última do alfabeto grego.



Tanto o ômega-3 como o ômega-6 não são produzidos pelo nosso organismo e devem ser ingeridos na alimentação ou por meio de suplementos alimentares. A sua ingestão é importante para evitar problemas cardiovasculares e deve ser feita em quantidades adequadas. A proporção recomendada, em massa, é de 3 : 1 (3 ômega-6 para 1 ômega-3).

As principais fontes desses ácidos são:

- Ômega-3: óleo de semente de linho, de canola e de soja; nozes; peixes.
- Ômega-6: açafrão; óleo de girassol e de soja; nozes.

A numeração utilizada ao lado não é a recomendada pela IUPAC, segundo a qual o carbono (1) é do grupo ácido.

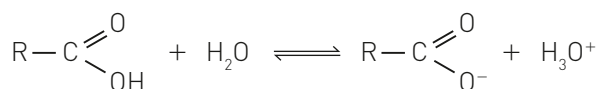
Refleta

1. Entre os óleos vegetais do quadro, qual apresenta cadeias com o maior número de insaturações? Justifique.
2. Quantas possibilidades de ligações duplas alternadas existem em um ácido graxo com 14 carbonos, de forma que essas ligações fiquem entre os carbonos 8 e 14? Justifique.
3. Qual a diferença existente entre o ômega-3 e o ômega-6, em relação a suas estruturas?
4. Pesquise na internet ou na biblioteca de sua escola ou cidade alimentos que são ricos em ômega-3.

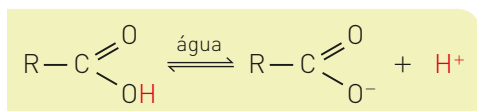
Propriedades químicas dos ácidos carboxílicos

Caráter ácido

Quando em solução aquosa, os ácidos carboxílicos se ionizam, originando íons H^+ ou H_3O^+ ; portanto, são considerados ácidos, de acordo com a definição de Arrhenius. Genericamente, temos:



ou, de maneira simplificada:



Embora todos os ácidos carboxílicos sofram ionização, esta não ocorre com a mesma intensidade em todos os compostos. Quanto maior for o grau de ionização de um composto, ou seja, a sua facilidade em liberar H^+ , maior será a sua constante de ionização (K) e, portanto, maior será a sua força. Essa propriedade está relacionada com a estrutura do ácido.

Quando um ácido se encontra em solução aquosa, há uma interação entre as moléculas de água e o grupo hidroxila (OH) do ácido:



As moléculas de água conseguem quebrar a ligação entre o H e o O do grupo $-\text{OH}$ presente na carboxila pelo fato de o par eletrônico dessa ligação estar mais próximo do oxigênio.

Assim, quanto mais próximo do oxigênio estiver o par de elétrons da ligação $\text{O} \cdots \text{H}$, mais fácil será a saída do íon H^+ . Se ao grupo carboxila $-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix}$ estiver

ligado um grupo com a capacidade de atrair elétrons, a ionização ocorrerá mais facilmente. De maneira genérica, então, a força de um ácido depende do grupo ligado à carboxila.

Esses grupos podem ser de dois tipos:

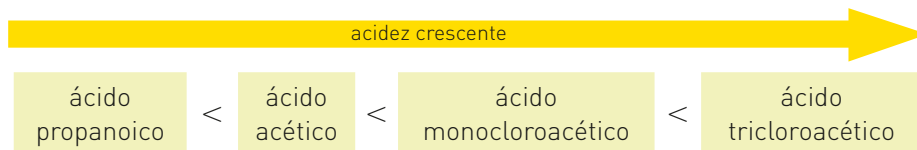
a) **elétrôn-atraente** — aumenta a acidez. Exemplos: halogênios (F, Cl, Br, I); NO_2 ; OH, etc.

b) **elétrôn-repelente** — diminui a acidez. Exemplos: $\text{H}_3\text{C}-$; C_2H_5- , etc.

Isso pode ser verificado a partir da análise de quatro ácidos e de suas respectivas constantes de ionização, dadas a seguir.

Ácido	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix}$	$\text{H}_2\text{C}(\text{Cl})-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix}$	$\text{CCl}_3-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix}$	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix}$
	acético	monocloroacético	tricloroacético	propanoico
Constante de ionização K_a (25 °C)	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-1}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$
pK_a	4,74	2,85	0,66	4,89

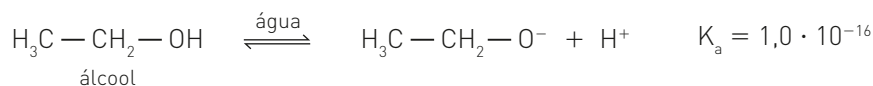
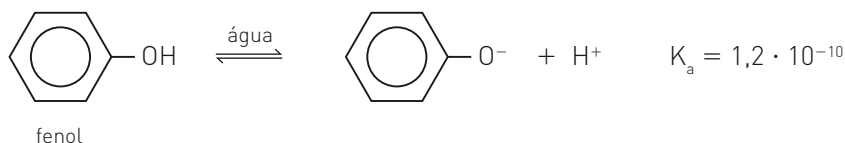
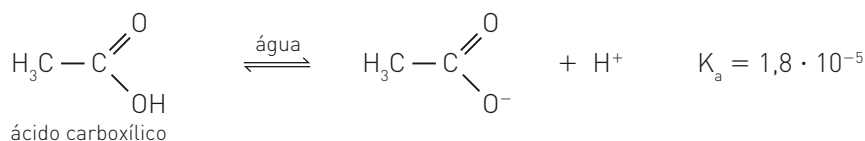
A acidez do monocloraacético, por exemplo, é maior que a do ácido acético devido à presença de um grupo elétron-atraente: o halogênio cloro (Cl). Já o tricloroacético será ainda mais ácido, por conter três átomos de cloro (Cl). Comparando a acidez dos ácidos acético e propanoico, constata-se que esse último é menos ácido, pois apresenta um grupo elétron-repelente: o CH₃. Assim, entre os ácidos apresentados, temos:



Acidez na Química orgânica

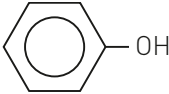
Os ácidos carboxílicos são fracos quando comparados com os ácidos inorgânicos; porém, eles são os compostos orgânicos que têm maior facilidade de se ionizar em solução aquosa, isto é, entre os compostos orgânicos, são os de maior caráter ácido.

Os álcoois e os fenóis ionizam-se em água, liberando H⁺; porém, as suas constantes de ionização são bem menores que as dos ácidos carboxílicos. Veja os exemplos:

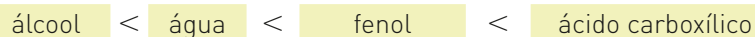


$\text{p}K_a = -\log K_a$
Quanto maior o K_a , menor $\text{p}K_a$.

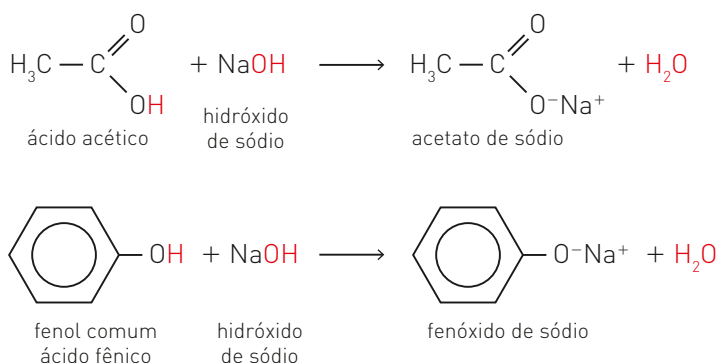
Comparando essas constantes de ionização com a da água ($K_w = 10^{-14}$, a 25 °C), verifica-se que o álcool possui caráter ácido mais fraco que a água. Logo, temos:

Ácido	$\text{C}_2\text{H}_5-\text{OH}$	H_2O		$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$
Constante de ionização K_a (25 °C)	$1,0 \cdot 10^{-16}$	$1,0 \cdot 10^{-14}$	$1,2 \cdot 10^{-10}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$
$\text{p}K_a$	16	14	9,92	4,74

A análise das constantes de ionização permite estabelecer uma comparação entre o caráter ácido dessas funções e a água:



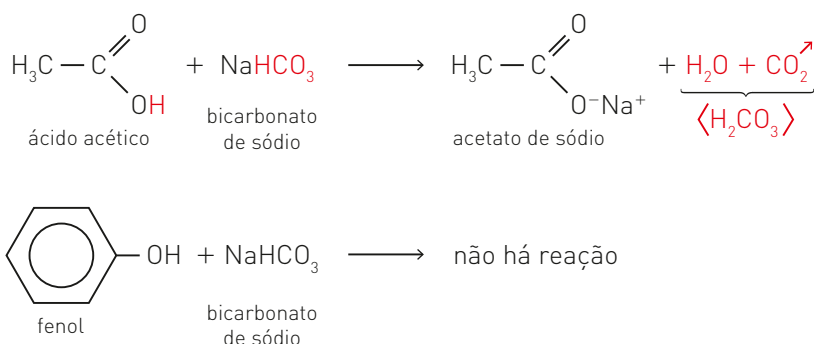
Com base nos valores das constantes de ionização, é possível entender melhor por que somente os **fenóis** e os **ácidos carboxílicos** reagem com uma base inorgânica:



Fotos: Sérgio Dutra Jr./Arquivo da editora

/// Ao adicionarmos ácido acético ao bicarbonato de sódio, obtemos acetato de sódio.

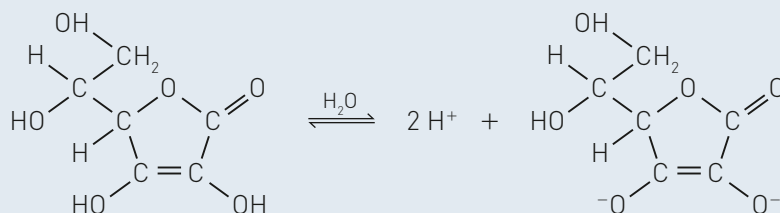
Como os fenóis e os ácidos carboxílicos reagem com bases inorgânicas, para diferenciar uns dos outros, deve-se colocá-los em contato com o bicarbonato de sódio (NaHCO_3), que é um sal de caráter básico. Só ocorrerá reação, evidenciada pela liberação de gás carbônico, quando o ácido carboxílico entrar em contato com o bicarbonato:



/// Ao adicionarmos fenol ao bicarbonato de sódio, não obtemos reação.

Os enóis ($\text{C}(\text{OH})=\text{C}$) de baixa massa molar são instáveis, estabelecendo um equilíbrio dinâmico com um aldeído ou uma cetona (tautomeria).

Porém, existem enóis mais estáveis que, em solução aquosa, ionizam-se, liberando H^+ . Um exemplo é a vitamina C (ácido ascórbico):





Desodorantes

A transpiração (sudorese) é uma função normal do nosso organismo. Sua finalidade consiste em regular a temperatura do corpo e eliminar metabólitos, que são secretados basicamente pelas glândulas écrinas e apócrinas.

No suor, encontramos água, cloreto de sódio, ácidos carboxílicos de baixa massa molar, ureia, sais de ferro, potássio e amônio, entre outros componentes.

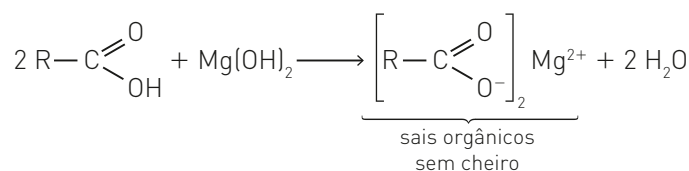
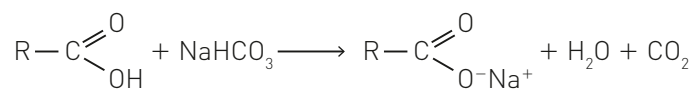
O suor eliminado pelas glândulas sudoríparas normalmente é isento de odor. Porém, em contato com bactérias que vivem na superfície da pele, pode ocorrer a produção dos ácidos butírico, caproico e outros, associados a aminas e mercaptanas. Essas substâncias dão origem ao odor desagradável que recebe o nome de **bromidrose**.

A melhor maneira de eliminar o odor do corpo consiste não só na higienização com sabões e sabonetes, mas também em utilizar produtos que mascaram ou impedem o suor. Para isso, existem dois tipos distintos de produtos: os desodorantes e os antiperspirantes.

Os desodorantes são produtos que agem no controle das bactérias que causam odor.

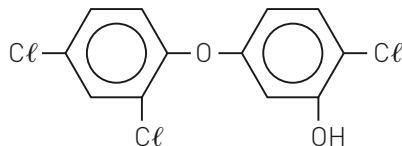
As bactérias responsáveis pelo odor desagradável do suor se desenvolvem em meio ácido. Quando utilizamos substâncias de caráter básico, como o hidróxido de magnésio $[Mg(OH)_2]$, presente no leite de magnésia, ou o bicarbonato de sódio $(NaHCO_3)$, presente no talco desodorante, estamos tornando o meio neutro ou ligeiramente básico, o que provoca a morte das bactérias.

As reações de neutralização entre os ácidos presentes no suor e o hidróxido de magnésio ou o bicarbonato de sódio podem ser representadas pelas equações:



Frascos de talco à base de bicarbonato de sódio e de leite de magnésia.

A maioria dos desodorantes contém o triclosan como componente ativo, que inibe o crescimento das bactérias (bacteriostático) e cuja fórmula pode ser representada por:



Os desodorantes podem apresentar outros componentes, como: álcool etílico e essências.

Alamy/Fotorena



// Hoje, o componente ativo da maioria dos desodorantes é o triclosan.

Os antiperspirantes funcionam como inibidores da transpiração e mantêm o corpo relativamente seco. O componente ativo mais comum desses produtos é o cloridrato de alumínio $[Al_2(OH)_5Cl]$. Esse sal libera íons Al^{3+} que coagulam proteínas, formando estruturas bloqueadoras do canal de saída das glândulas sudoríparas.

Essa substância também torna o meio básico, o que provoca a morte das bactérias causadoras do odor desagradável no suor.

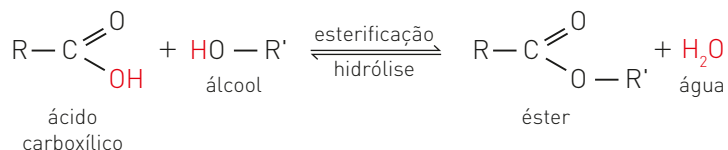
Reflita

1. Qual a principal característica dos sabões e sabonetes que os faz eficientes na eliminação de odores desagradáveis causados por bactérias em nosso corpo?
2. De que maneira o suor mantém e regula a temperatura do corpo?
3. Quais reagentes abaixo produziram reações análogas às que ocorrem com os ácidos presentes no suor quando em contato com desodorantes?
 - a) $C + O_2$
 - b) $CH_3 - COOH + OH - CH_3$
 - c) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - COOH + NaHCO_3$
 - d) $H_2 + F_2$
4. Qual a diferença da ação do antiperspirante e do desodorante?
5. Faça uma pesquisa na internet ou na biblioteca de sua escola ou cidade e descubra qual a diferença entre as glândulas écrinas e apócrinas em relação ao produto excretado e sua localização no corpo humano.

Reações dos ácidos carboxílicos

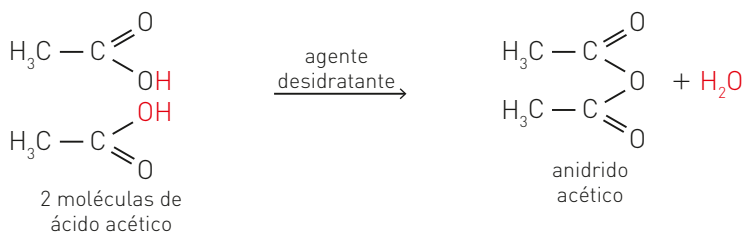
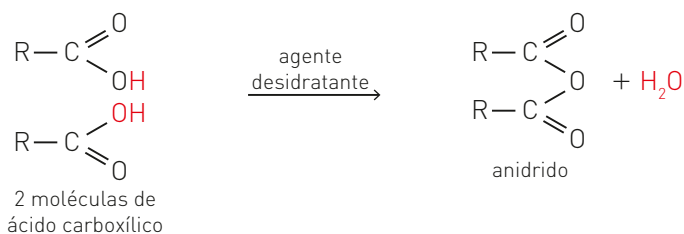
Esterificação

Os ácidos carboxílicos reagem com os álcoois, produzindo éster e água. Veja:

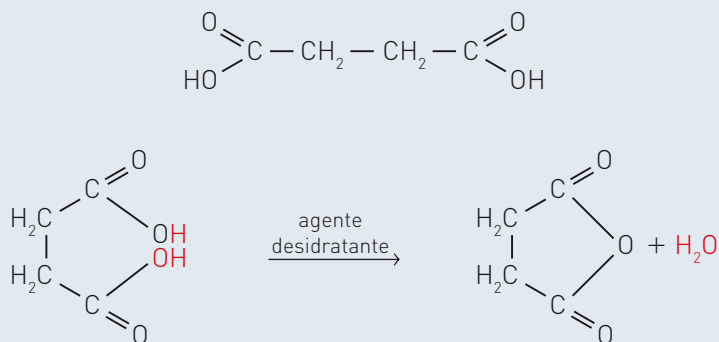


Desidratação intermolecular

Nesse tipo de reação, ocorre a eliminação de uma molécula de água a partir de duas moléculas de ácido carboxílico, originando um anidrido:



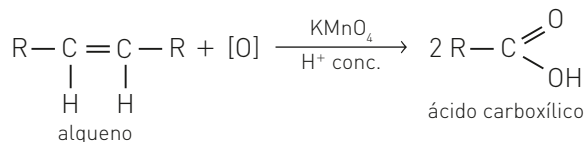
Os ácidos dicarboxílicos podem sofrer desidratação intermolecular e intramolecular. Veja a desidratação intramolecular do ácido butanodioico (ácido succínico), cuja fórmula molecular é dada por:



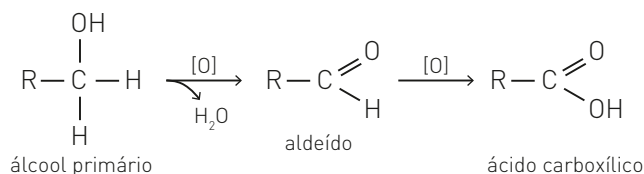
Métodos de obtenção de ácidos carboxílicos

Já abordamos alguns métodos de obtenção de ácidos carboxílicos. Vamos revê-los resumidamente e conhecer outros:

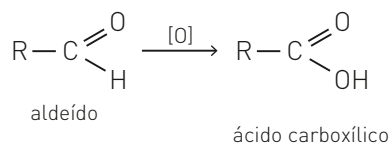
a) Oxidação enérgica de alquenos



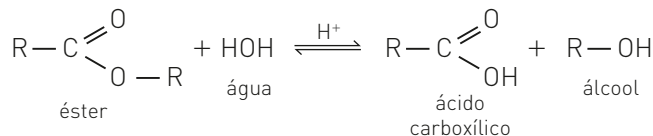
b) Oxidação de álcool primário



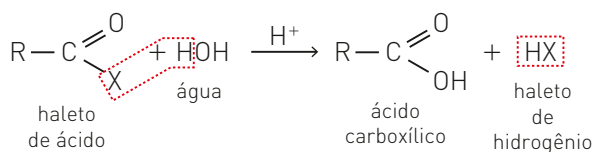
c) Oxidação de aldeído



d) Hidrólise de éster

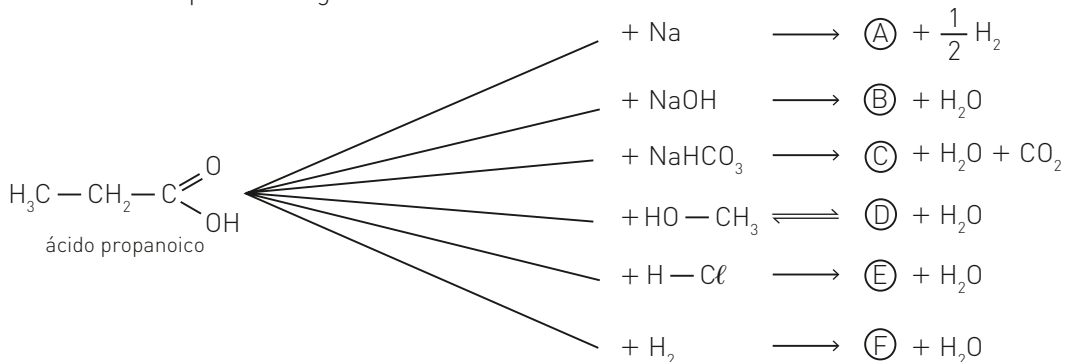


e) Hidrólise de haleto de ácido



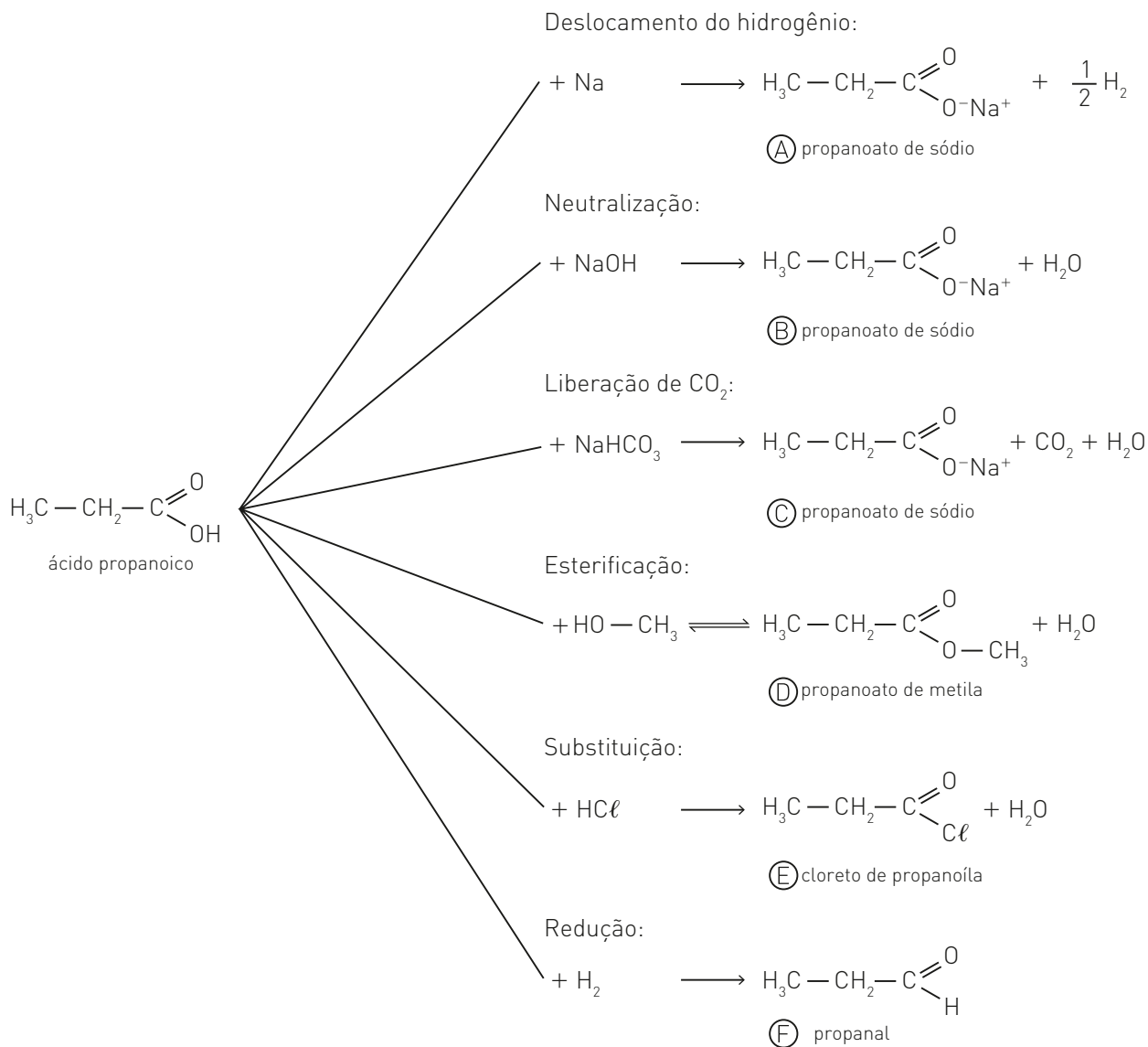
Exercício resolvido

Considere o esquema a seguir:



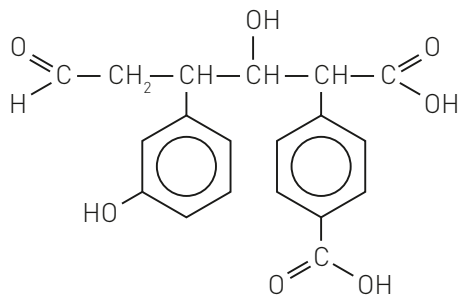
Dê o nome e as fórmulas estruturais dos compostos A, B, C, D, E e F.

Solução



Fundamentando seus conhecimentos

1. Quantos hidrogênios ionizáveis este composto hipotético apresenta?

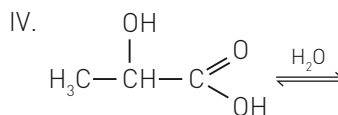
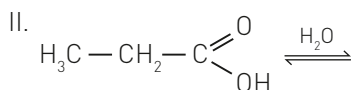
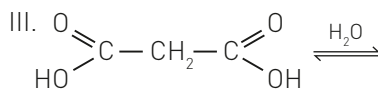
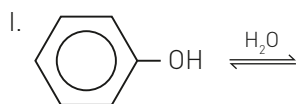


Os ácidos carboxílicos e os fenóis apresentam um grau de ionização maior do que o da água, isto é, são ácidos orgânicos.

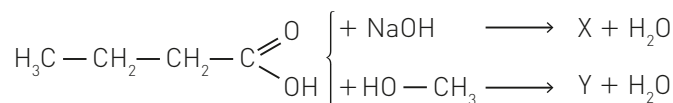
O hidrogênio ionizável é aquele que pertence ao grupo hidroxila ($-\text{OH}$) dos ácidos carboxílicos e dos fenóis.

Com base nessas informações, responda às questões **2** e **3**.

2. Copie as equações em seu caderno, completando as ionizações totais em meio aquoso.

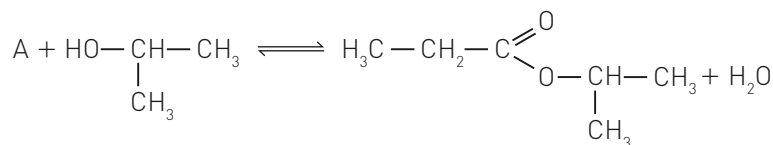


3. Os ácidos carboxílicos reagem com bases e com álcoois.



Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais de X e Y e dê os seus nomes.

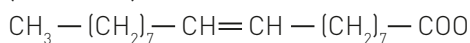
4. Dê a fórmula e o nome do composto que completa a reação:



5. Escreva em seu caderno uma equação que permita obter o éster propanoato de etila.

Desenvolvendo seus conhecimentos

1. (UEPG-PR)



A estrutura acima representa:

- a) um aminoácido.
 - b) um hidrato de carbono.
 - x** c) um ácido graxo.
 - d) uma vitamina.
 - e) um alceno.
- 2.** (Fuvest-SP) Os ácidos graxos podem ser saturados ou insaturados. São representados por uma fórmula geral RCOOH , em que R representa uma cadeia longa de hidrocarboneto (saturado ou insaturado). Dados os ácidos graxos a seguir, com os seus respectivos pontos de fusão, temos, à temperatura ambiente de 20°C , como ácido insaturado no estado sólido apenas o:

Ácido graxo	Fórmula	PF/ $^\circ\text{C}$
linoleico	$\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$	-11
erúcido	$\text{C}_{21}\text{H}_{41}\text{COOH}$	34
palmitico	$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$	63

a) linoleico.

x b) erúcido.

c) palmítico.

d) linoleico e o erúcido.

e) erúcido e o palmítico.

3. (UEL-PR) Um grupo de substâncias orgânicas apresenta aromas agradáveis, estando presentes em frutas e flores. Industrialmente, a reação de esterificação de Fischer é um dos principais métodos para a síntese dessas substâncias orgânicas empregadas como flavorizantes na confecção de balas, gelatinas, entre outros doces. O flavorizante de morango, denominado etanoato de isobutila, é obtido em meio ácido a partir dos reagentes:

a) Ácido 2-metil propanoico e etanol.

b) Ácido etanoico e 2-metil-propan-2-ol.

c) Ácido etanoico e 2-metil-propanal.

x d) Ácido etanoico e 2-metil-propan-1-ol.

e) Ácido 2-metil propanoico e etanal.

4. (UFRRJ) Quando paramos para ler os rótulos de alimentos, várias vezes encontramos o termo flavorizantes. Esse termo representa alguma substância química obtida artificialmente, que substitui o sabor e o odor original, geralmente de alguma fruta. A essência do abacaxi, por exemplo, é composta, principalmente, pelo butanoato de etila.

- Qual o ácido carboxílico que reage com o etanol para formar o butanoato de etila?
- Dê o nome do isômero de função do etanol.

5. (UEPG-PR) O vinho contém etanol, ácidos, açúcares, aldeídos e ésteres, compostos que configuram o seu buquê (sabor e aroma). O envelhecimento do vinho acentua o seu aroma, pela formação de ésteres no interior da garrafa.

A respeito dos compostos mencionados, indique o que for correto.

- Da oxidação do ácido carboxílico resultam ésteres.
- Da reação do álcool com aldeído resulta ácido carboxílico.

X04) Da oxidação do etanol resulta aldeído.

X08) Da reação do álcool com ácido carboxílico resulta éster.

6. (Uerj)

Um modo de prevenir doenças cardiovasculares, câncer e obesidade é não ingerir gordura do tipo errado. A gordura pode se transformar em uma fábrica de radicais livres no corpo, alterando o bom funcionamento das células.

As consideradas boas para a saúde são as insaturadas de origem vegetal, bem como a maioria dos óleos.

Quimicamente, os óleos e as gorduras são conhecidos como glicerídeos, que correspondem a ésteres da glicerina, com radicais graxos.

Adaptado de: *Jornal do Brasil*, 23 ago. 1998.

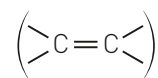
A alternativa que representa a fórmula molecular de um ácido graxo de cadeia carbônica insaturada é:

- $C_{12}H_{24}O_2$
- $C_{14}H_{30}O_2$
- $C_{16}H_{32}O_2$
- X d) $C_{18}H_{34}O_2$

7. (Unicamp-SP) Fontes vegetais de lipídios contêm moléculas de ácidos graxos (ácidos carboxílicos poli-insaturados) que apresentam estrutura *cis*. O processo de hidrogenação parcial dessas gorduras, como, por exemplo, na fabricação de margarinas, pode conduzir à formação de isômeros *trans*, que não são desejá-

veis, visto que estes são suspeitos de elevarem o teor de colesterol no sangue.

a) Escreva a equação química que representa, genericamente, a hidrogenação de uma dupla-ligação carbono-carbono.

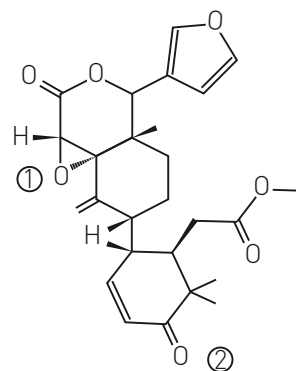


b) O ácido linoleico pode ser representado pela fórmula $C_{18}H_{32}O_2$.

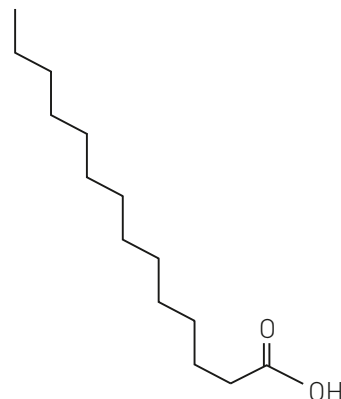
Quantas duplas-ligações contém uma molécula desse ácido? Justifique.

8. (UFABC-SP) Andiroba é uma espécie nativa da Amazônia, de cujo fruto se extrai um óleo utilizado como repelente natural de insetos, anti-inflamatório, cicatrizante para afecções da pele e no tratamento da artrite. Essas propriedades estão associadas à ocorrência das substâncias I e II no óleo de andiroba.

I.



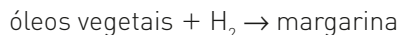
II.



a) Escreva os nomes das funções orgânicas indicadas pelos algarismos 1 e 2 na estrutura que representa a substância I.

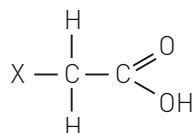
b) Escreva uma equação completa que descreva a reação de II com álcool metílico em meio ácido e indique o nome do grupo funcional formado.

9. (PUC-MG) Os óleos vegetais são ésteres formados a partir de ácidos graxos insaturados. A margarina é um produto alimentar obtido pela hidrogenação desses óleos.



É incorreto afirmar:

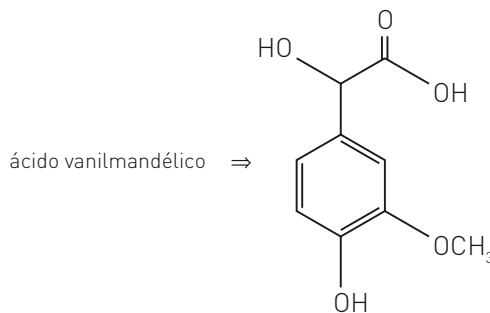
- a) Ésteres são produtos de reação entre álcoois e ácidos e constituem o grupo funcional RCOOR' .
 - b) Ácidos graxos são ácidos carboxílicos, ou seja, compostos que apresentam um grupo carboxila — COOH .
 - ☒ c) A margarina apresenta um maior número de insaturações que o óleo vegetal usado como matéria-prima para sua fabricação.
 - d) A hidrogenação é uma reação de adição de H_2 nas duplas-ligações.
10. (Uerj) Os ácidos orgânicos, comparados aos inorgânicos, são bem mais fracos. No entanto, a presença de um grupo substituinte, ligado ao átomo de carbono, provoca um efeito sobre a acidez da substância, devido a uma maior ou menor ionização. Considere uma substância representada pela estrutura a seguir.



Essa substância estará mais ionizada em um solvente apropriado quando X representar o seguinte grupo substituinte:

- a) H
 - b) I
 - ☒ c) F
 - d) CH_3
11. (PUC-MG) Considerando os ácidos CH_2ClCOOH , CHCl_2COOH , CCl_3COOH , CH_3COOH , CF_3COOH , o mais fraco e o mais forte são, respectivamente:
- a) CH_2ClCOOH e CH_3COOH .
 - b) CH_3COOH e CCl_3COOH .
 - c) CCl_3COOH e CHCl_2COOH .
 - ☒ d) CH_3COOH e CF_3COOH .
 - e) CCl_3COOH e CF_3COOH .
12. (UFU-MG) O ácido vanilmandélico é um produto do metabolismo da adrenalina e de outras catecolaminas. A constatação do excesso desse ácido no organismo pode ser verificada no exame de

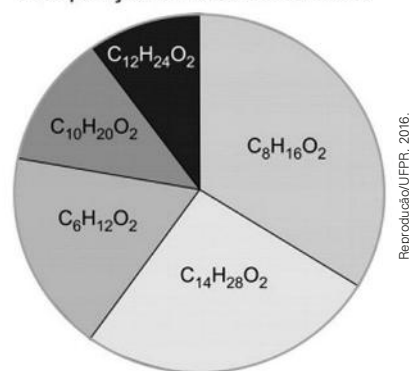
urina. Esse é um diagnóstico chamado de feocromocitoma (tumor produtor de catecolaminas).



Em relação a esse ácido, indique a alternativa correta.

- a) É um composto de cadeia mista, aromática, insaturada e homogênea.
 - ☒ b) A oxidação da OH (do álcool) produz uma carbonila.
 - c) A ordem de acidez dos grupos ácidos é: $-\text{OH}$ (do fenol) $< -\text{COOH}$ $< -\text{OH}$ (do álcool).
 - d) É insolúvel em H_2O .
13. (UFPR) Um dos parâmetros que caracteriza a qualidade de manteigas industriais é o teor de ácidos carboxílicos presentes, o qual pode ser determinado de maneira indireta, a partir da reação desses ácidos com etanol, levando aos ésteres correspondentes. Uma amostra de manteiga foi submetida a essa análise e a porcentagem dos ésteres produzidos foi quantificada, estando o resultado ilustrado no diagrama abaixo.

Composição de ésteres formados



O ácido carboxílico presente em maior quantidade na amostra analisada é o:

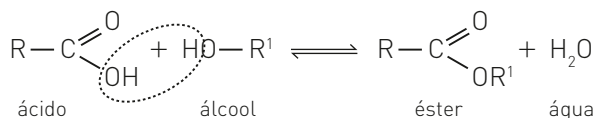
- a) butanoico.
- b) octanoico.
- c) decanoico.
- d) dodecanoico.
- ☒ e) hexanoico.

14. (Udesc) Antes de serem conhecidas suas estruturas, e determinada sua nomenclatura, por meio das regras definidas pela IUPAC, os ácidos carboxílicos eram conhecidos pelos seus nomes vulgares. A nomenclatura era definida em função da fonte de onde eram isolados esses ácidos carboxílicos. Muitos ácidos foram obtidos de fontes naturais, especialmente de gorduras; daí a denominação de “ácidos graxos”. Os ácidos caproico, caprílico e cáprico, bons exemplos disso, são responsáveis pelo odor tão pouco social das cabras. As estruturas desses ácidos encontram-se desenhadas abaixo.

- ácido caproico: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$
- ácido caprílico: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$
- ácido cáprico: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$

a) Qual a nomenclatura oficial do ácido caprílico?

b) Os ácidos carboxílicos reagem com álcoois, formando ésteres, por meio da seguinte reação:

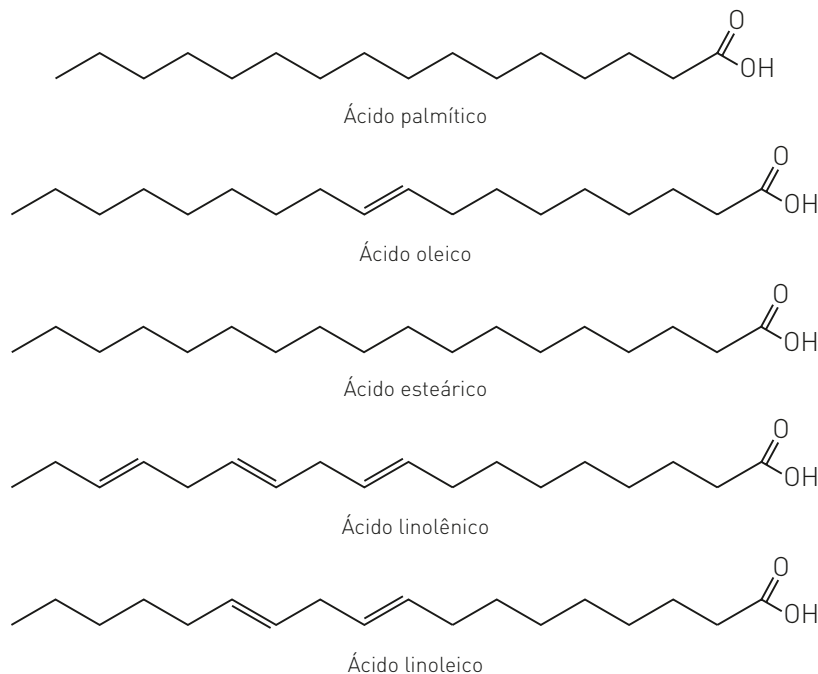


Desenhe a estrutura do éster formado quando o ácido cáprico e o metanol (álcool) reagem, conforme a reação acima descrita.

c) Os ácidos cáprico, caproico e caprílico são saturados ou insaturados?

d) Qual dos ácidos apresenta peso molecular de 116 g? (Em que C = 12, H = 1, O = 16.)

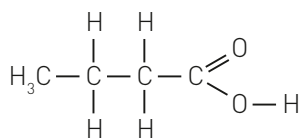
15. (Enem) A qualidade de óleos de cozinha, compostos principalmente por moléculas de ácidos graxos, pode ser medida pelo índice de iodo. Quanto maior o grupo de insaturação da molécula, maior o índice de iodo determinado e melhor a qualidade do óleo. Na figura, são apresentados alguns compostos que podem estar presentes em diferentes óleos de cozinha:



Dentre os compostos apresentados, os dois que proporcionam melhor qualidade para os óleos de cozinha são os ácidos:

- a) esteárico e oleico.
- ☒ b) linolênico e linoleico.
- c) palmítico e esteárico.
- d) palmítico e linolênico.
- e) linolênico e esteárico.

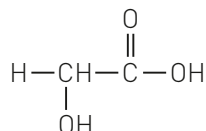
16. (Unimontes-MG) Algumas bactérias presentes na superfície da pele produzem substâncias responsáveis pelo mau cheiro do suor. Essas substâncias podem ser, por exemplo, o ácido butírico ou ácido butanoico.



ácido butanoico

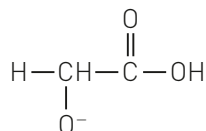
Sendo assim, as formulações de desodorantes devem conter princípios ativos para reagirem com tais substâncias ácidas, a fim de impedirem o mau cheiro do suor. Uma substância que pode ser usada como princípio ativo de um desodorante é:

- x a) NaHCO_3 c) NaCl
b) CH_3COOH d) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COONa}$
17. (Uece) A quimioesfoliação (*peeling* químico) consiste na aplicação de substâncias químicas na pele, visando à renovação celular e eliminação de rugas. Apesar de envolver algum risco à saúde, algumas pessoas utilizam esse processo para manter uma imagem jovem. Para um *peeling* superficial ou médio, costuma-se usar uma solução da seguinte substância:



Atente ao que se diz a respeito dessa substância:

- I. Essa substância é um éster.
- II. Libera H^+ quando se encontra em solução aquosa.
- III. Uma diminuição da concentração de H^+ leva também a uma diminuição do pH.
- IV. Na reação de ionização, essa substância se transforma na seguinte espécie:



É correto o que se afirma somente em:

- a) I e III. c) I e IV.
x b) II. d) II, III e IV.
18. (Uern)

Entre os principais compostos da função dos ácidos carboxílicos utilizados no cotidiano temos o ácido metanoico, mais conhecido como ácido

fórmico, e o ácido etanoico ou ácido acético. O ácido fórmico é assim chamado porque foi obtido pela primeira vez através da destilação de formigas vermelhas. Esse ácido é o principal responsável pela dor intensa e coceira sentida na picada desse inseto. O ácido acético é o principal constituinte do vinagre, que é usado em temperos na cozinha, em limpezas e na preparação de perfumes, corantes, seda artificial e acetona.

(Disponível em: <http://www.mundoeducacao.com/quimica/os-acidos-carboxilicos.htm>.)

Acerca desses dois compostos, é correto afirmar que:

- a) não se dissolvem em água.
b) ambos possuem o mesmo ponto de ebulição.
c) o ácido acético possui ponto de ebulição menor.
x d) o ácido acético é menos ácido que o ácido fórmico.

19. (Uece) Fatos experimentais mostram que a força de um ácido aumenta com:

- a diminuição de sua cadeia carbônica;
- a substituição de um átomo de hidrogênio por um átomo de halogênio;
- o aumento da eletronegatividade do halogênio;
- a proximidade do átomo do halogênio em relação à carboxila;
- o aumento do número de hidrogênios substituídos.

Usando as informações acima, coloque os ácidos listados a seguir na ordem de suas forças, numerando-os de 1 a 5, considerando o de número 5 o mais forte e o de número 1 o mais fraco.

- () ácido 3-bromo-hexanoico
() ácido 2,3-diclorobutanoico
() ácido 2-cloropentanoico
() ácido heptanoico
() ácido tricloacético

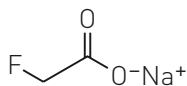
A sequência correta, de cima para baixo, é:

- a) 5, 2, 3, 1, 4. x c) 5, 2, 3, 4, 1.
b) 2, 5, 1, 3, 4. d) 2, 5, 3, 1, 4.

20. (Enem)

No ano de 2004, diversas mortes de animais por envenenamento no zoológico de São Paulo foram evidenciadas. Estudos técnicos apontam suspeita de intoxicação por monofluoracetato de sódio, conhecido como composto 1080 e ilegalmente comercializado como raticida. O monofluoracetato de sódio é um derivado do ácido monofluoracético e age no organismo dos mamíferos

bloqueando o ciclo de Krebs, que pode levar à parada da respiração celular oxidativa e ao acúmulo de amônia na circulação.



Disponível: <<http://www1.folha.uol.com.br>>. Acesso em: 05 ago. 2010 (adaptado).

O monofluoracetato de sódio pode ser obtido pela:

- desidratação do ácido monofluoracético, com liberação de água.
 - hidrólise do ácido monofluoracético, sem formação de água.
 - perda de íons hidroxila do ácido monofluoracético, com liberação de hidróxido de sódio.
 - neutralização do ácido monofluoracético usando hidróxido de sódio, com liberação de água.
 - substituição dos íons hidrogênio por sódio na estrutura do ácido monofluoracético, sem formação de água.
21. (UFPE) A tabela abaixo apresenta alguns valores para as propriedades físico-químicas de substâncias orgânicas.

Substância e fórmula molecular	Massa molar (g · mol ⁻¹)	Ponto de ebulição (°C)	Ponto de fusão (°C)	Solubilidade (g/100 g de água)
benzeno C ₆ H ₆	78,11	80,1	5,5	0,18
hidroxibenzeno ou fenol C ₆ H ₆ O	94,11	181,7	41	9,5
2,4,6-trinitrofenol C ₆ H ₃ N ₃ O ₇	229,11	explode	122,5	1,5

Com base nos dados acima, analise as afirmações a seguir.

- As interações entre as moléculas de benzeno são mais fortes que entre as moléculas de fenol. Isso deve contribuir para que o benzeno apresente um ponto de ebulição menor que o fenol.
- Por apresentar interações intermoleculares mais fortes, o fenol deve apresentar pressão de vapor maior que o benzeno.
- A solubilidade do fenol em água deve-se, em parte, à formação de ligações de hidrogênio entre esse composto e a água.
- Todas as substâncias apresentadas na tabela comportam-se como ácidos fracos em água.
- O 2,4,6-trinitrofenol deve apresentar uma constante de acidez (K_a) em água maior que o fenol, devido à presença de grupos retiradores de elétrons.

Desafiando seus conhecimentos

1. (Fuvest-SP) Porcentagem em mol de ácidos graxos na porção ácida obtida da hidrólise de óleos vegetais:

	Óleo de soja	Óleo de milho
palmítico (C ₁₆ H ₃₂ O ₂)	11,0	11,0
esteárico (C ₁₈ H ₃₆ O ₂)	3,0	3,0
oleico (C ₁₈ H ₃₄ O ₂)	28,6	52,4
linoleico (C ₁₈ H ₃₂ O ₂)	57,4	33,6

Comparando-se quantidades iguais (em mol) das porções ácidas desses dois óleos, verifica-se que a porção ácida do óleo de milho tem, em relação à do óleo de soja, quantidade (em mol) de:

	Ácidos saturados	Ligações duplas
a)	igual	maior
b)	menor	igual
x c)	igual	menor
d)	menor	maior
e)	maior	menor

2. Após uma consulta ao cardiologista, um paciente recebeu a recomendação de fazer uma dieta com baixo teor de ácidos graxos saturados. Observe a tabela a seguir, que apresenta a composição percentual aproximada de dois óleos:

Óleo	Algodão	Amendoim
ácido palmítico $\text{C}_{15}\text{H}_{31}-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$	30	6
ácido esteárico $\text{C}_{17}\text{H}_{35}-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$	6	5
ácido oleico $\text{C}_{17}\text{H}_{33}-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$	24	65
ácido linoleico $\text{C}_{17}\text{H}_{31}-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$	40	26

Determine qual óleo deve ser consumido pelo paciente. Justifique.

3. (UFPR) A própolis é um produto natural conhecido por suas propriedades anti-inflamatórias e cicatrizantes. Ela contém mais de 200 compostos identificados até o momento, entre os quais, alguns de estrutura simples, como os apresentados a seguir:

- I. $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$
- II. $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$
- III. $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOCH}_2\text{CH}_3$

- a) Identifique a função orgânica do composto I.
 - b) O composto III é um éster que pode ser obtido pela reação de um ácido carboxílico com um álcool. Escreva o nome do ácido carboxílico e do álcool que produzem esse éster.
 - c) Escreva a fórmula estrutural (usando a notação em bastão) do álcool que, através de uma reação de oxidação, produz o composto I.
4. (UFF-RJ) As legiões romanas que conquistaram grande parte do mundo eram obrigadas a cobrir longas distâncias, marchando em menor tempo possível.

Os soldados levavam em seus equipamentos um saquinho que continha vinho azedo diluído, que era ingerido em pequenos goles durante a marcha.

A mistura continha um ácido carboxílico (acético) que, como todo ácido, estimula a salivação, diminuindo a sensação de sede.

Com relação ao ácido acético, é correto afirmar que:

- a) seu isômero funcional é o éter dietílico;
- b) é um ácido carboxílico fraco e, por esse motivo, sua dissociação é considerada completa;
- c) ao reagir com o hidróxido de sódio, produz um sal cujo cátion sofre hidrólise em meio aquoso;
- d) a solução aquosa do seu sal de sódio apresenta pH menor que 7;
- x e)** a oxidação do etanol é o método mais utilizado para a produção do ácido acético.

5. (Vunesp-SP) Com o advento dos jogos pan-americanos, estudos relacionados com o metabolismo humano estiveram em evidência e foram tema de reportagens em jornais e revistas. Especial atenção receberam o consumo de energia pelos atletas e as formas de obtenção dessa energia pelo corpo humano. A glicose é a fonte primária de energia em nosso organismo e um dos intermediários formados em sua oxidação é o piruvato — forma desprotonada do ácido pirúvico (fórmula molecular $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$), que apresenta as funções cetona e ácido carboxílico. O piruvato pode seguir dois caminhos metabólicos:

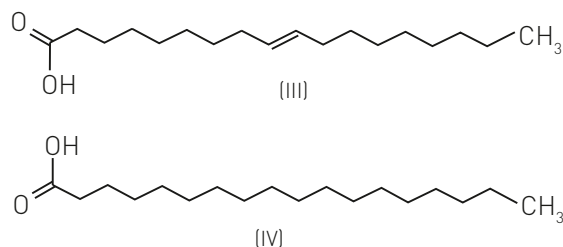
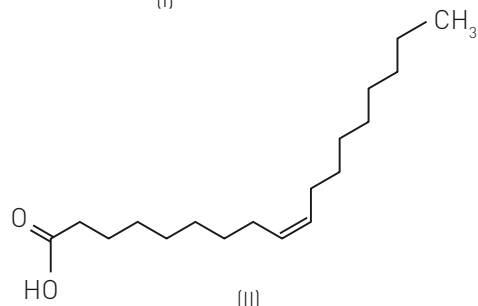
- I. piruvato (via metabólica I) $\rightarrow$ lactato (forma desprotonada do ácido α -hidroxipropiônico);
- II. piruvato (via metabólica II) $\rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

Forneça as fórmulas estruturais dos ácidos pirúvico e α -hidroxipropiônico, envolvidos na via metabólica I, e classifique as reações químicas para as duas vias metabólicas do piruvato, segundo os conceitos de oxirredução.

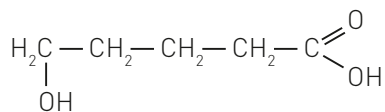
6. (UEPG-PR) As gorduras *trans*, que são produzidas durante a hidrogenação de óleos vegetais no processo de obtenção de gorduras hidrogenadas, estão relacionadas com várias patologias. Assim, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) determinou, por meio de uma resolução, a obrigatoriedade, a partir de 1º/8/2006, de os produtos industrializados apresentarem, em seus rótulos, informações a respeito do percentual de gordura *trans*. Os óleos vegetais, por outro lado, que correspondem aos isômeros *cis*, são saudáveis quando dentro de uma dieta equilibrada.

CCCCCCCCC/C=C/C/C=C/C

(i)



7. (Fuvest-SP) Um químico, pensando sobre quais produtos poderiam ser gerados pela desidratação do ácido 5-hidroxipentanoico,



a) a desidratação intermolecular desse composto poderia gerar um éter ou um éster, ambos de cadeia aberta. Escreva as fórmulas estruturais desses dois compostos.

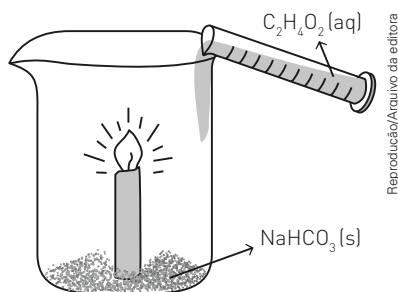
b) a desidratação intramolecular desse composto poderia gerar um éster cíclico ou um ácido com cadeia carbônica insaturada. Escreva as fórmulas estruturais desses dois compostos.

10. [Unicamp-SP] O glutamato monossódico (hidrogenoglutamato de sódio) utilizado para reforçar o aroma e o sabor de produtos alimentícios (umami) é um sal derivado do ácido glutâmico, um dos

vinete aminoácidos essenciais. O nome sistemático desse aminoácido é ácido 2-aminopentanodioico. Ele pode ser descrito simplificada e como “uma molécula formada por uma cadeia de cinco átomos de carbono com duas extremidades de grupos carboxílicos e um grupo amino ligado ao carbono adjacente a um dos grupos carboxílicos”.

- A partir da descrição acima, escreva a fórmula estrutural do ácido glutâmico.
- Fazendo reagir o ácido glutâmico descrito acima com uma base, é possível preparar o hidrogenoglutamato de sódio. Escreva a equação química dessa reação de preparação do hidrogenoglutamato de sódio a partir do ácido glutâmico.

11. (Fuvest-SP) Um vela foi colocada dentro de um recipiente cilíndrico e com raio igual a 10 cm, sem tampa, ao qual também foi adicionado hidrogenocarbonato de sódio sólido, NaHCO_3 . A vela foi acesa e adicionou-se ao recipiente, lentamente, solução aquosa de ácido acético, $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$, de tal forma que o nível da solução atingiu somente a parte inferior da vela, ficando distante da chama. Após 3 segundos, observou-se que a chama apagou.



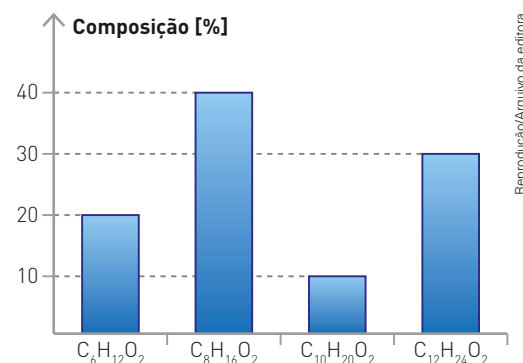
- Apresente a fórmula estrutural do ácido acético.
- Escreva a equação química balanceada da reação entre o sólido e a solução aquosa de ácido acético.
- O experimento foi repetido com outra vela de mesma altura e com as mesmas qualidades de reagentes utilizadas anteriormente. Mudou-se apenas o recipiente, que foi substituído por outro, de mesma altura que o anterior, mas com raio igual a 20 cm. Dessa vez, após os mesmos 3 segundos, observou-se que a chama não apagou. Proponha uma explicação para esse fato, considerando a densidade das substâncias gasosas presentes.

(Dados: Massa molar (g/mol): C = 12; N = 14; O = 16).

12. (Uerj) Na indústria de alimentos, a análise da composição dos ácidos carboxílicos não ramificados presentes na manteiga é composta por três etapas:

- reação química dos ácidos com etanol, formando uma mistura de ésteres;
- aquecimento gradual dessa mistura, para destilação fracionada dos ésteres;
- identificação de cada um dos ésteres vaporizados, em função do seu ponto de ebulição.

O gráfico a seguir indica o percentual de cada um dos ésteres formados na primeira etapa da análise de uma amostra de manteiga.



Na amostra analisada, está presente em maior quantidade o ácido carboxílico denominado:

- octanoico.
- decanoico.
- hexanoico.
- dodecanoico.

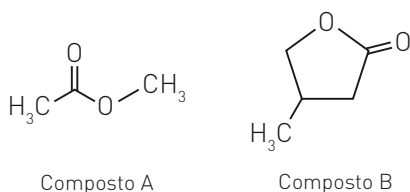
13. (Enem) Sabe-se que a ingestão frequente de lipídios contendo ácidos graxos (ácidos monocarboxílicos alifáticos) de cadeia carbônica insaturada com isomeria *trans* apresenta maior risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares, sendo que isso não se observa com os isômeros *cis*. Dentre os critérios seguintes, o mais adequado à escolha de um produto alimentar saudável contendo lipídios é:

- Se contiver bases nitrogenadas, estas devem estar ligadas a uma ribose e a um aminoácido.
- Se contiver sais, estes devem ser de bromo ou de flúor, pois são essas as formas mais frequentes nos lipídios *cis*.
- Se estiverem presentes compostos com ligações peptídicas entre os aminoácidos, os grupos amino devem ser esterificados.
- Se contiver lipídios com duplas-ligações entre os carbonos, os ligantes de maior massa devem estar do mesmo lado da cadeia.
- Se contiver polihidroxiáldeídos ligados covalentemente entre si, por ligações simples, esses compostos devem apresentar estrutura linear.

e) || e ||.

- ✗ 01) A reação de hidrogenação catalítica de 1 mol do ácido gama linolênico, utilizando 3 mols de H_2 , produzirá um composto com característica sólida.
- 02) O ácido alfa linolênico é um isômero geométrico *cis*, enquanto o ácido gama linolênico é um isômero geométrico *trans*.
- 04) Na estrutura do ácido alfa linolênico, estão presentes seis átomos de carbono com hibridização sp^2 .
- ✗ 08) Os ácidos graxos citados no enunciado são exemplos de ácidos graxos poli-insaturados.

17. (UPM-SP) Abaixo estão representadas as fórmulas estruturais dos compostos A e B, obtidos por meio de duas sínteses orgânicas distintas e em condições adequadas.



Assim, a alternativa que traz, respectivamente, considerando as condições adequadas para tal, os reagentes orgânicos utilizados na obtenção dos compostos A e B é:

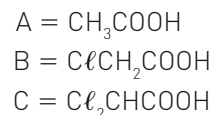
- a) A: etanol e ácido acético; B: ácido butanoico e etanol.
- b) A: ácido metanoico e etanol; B: isopropano e ácido acético.
- c) A: metanol e ácido etanoico; B: ácido butanoico e etanol.
- ✗ d) A: ácido acético e metanol; B: ácido 4-hidroxi-3-metilbutanoico.
- e) A: etanol e metanol; B: ácido 4-hidroxi-3-metilbutanoico.
18. (FPP-PR) Os ácidos carboxílicos compõem uma importante função orgânica, não apenas pelos compostos que constituem essa classe funcional, mas pelas reações que podem sofrer para formar, por exemplo, sais de ácidos carboxílicos e ésteres. Na preparação do benzoato de fenila e do butanoato de magnésio, os reagentes utilizados nas proporções ideais são, respectivamente, para cada um dos compostos na ordem apresentada:

- a) um mol de ácido benzoico e um mol de álcool benzílico para o benzoato de fenila e dois mols de ácido butanoico e um mol de hidróxido de magnésio para o butanoato de magnésio.
- b) um mol de ácido benzoico e um mol de fenol para o benzoato de fenila e um mol de ácido butanoico e um mol de hidróxido de magnésio para o butanoato de magnésio.
- c) um mol de ácido benzoico e um mol de fenol para o benzoato de fenila e um mol de ácido butanoico e dois mols de hidróxido de magnésio para o butanoato de magnésio.
- ✗ d) um mol de ácido benzoico e um mol de fenol para o benzoato de fenila e dois mols de ácido butanoico e um mol de hidróxido de magnésio para o butanoato de magnésio.
- e) um mol de ácido benzoico e um mol de álcool benzílico para o benzoato de fenila e um mol de ácido butanoico e um mol de hidróxido de magnésio para o butanoato de magnésio.

19. (UFU-MG) O ácido tricloroacético é uma substância aquosa com grande poder cauterizante e muito utilizado no tratamento de feridas, em doenças de pele, calos, verrugas, entre outros males. Seu caráter ácido é maior que o do ácido acético. Essa diferença pode ser explicada pelo:

- a) elevado grau de ionização do H^+ no ácido acético, que disponibiliza mais esse íon para a solução.
- b) valor da constante ácida (K_a) do ácido acético ser maior do que a constante ácida (K_a) do ácido tricloroacético.
- ✗ c) efeito que os átomos de cloro exercem na estrutura do ácido tricloroacético.
- d) número de átomos de cloro na estrutura do tricloroacético, que fixa melhor o hidrogênio ionizável, aumentando a acidez.

20. (UPF-RS) Sobre os compostos A, B e C são fornecidas as seguintes afirmações.



- I. O composto A tem maior caráter ácido do que o composto B, ou seja, A é um ácido mais forte do que B.
- II. O valor de K_a (constante de equilíbrio do ácido ou constante de ionização), em meio aquoso, a 25 °C, é maior no composto C do que no composto A.

- III. Todos esses compostos, ao reagirem com uma solução aquosa de hidróxido de sódio, produzem os carboxilatos correspondentes.
- IV. Todos esses compostos apresentam, em meio aquoso, a 25 °C, o mesmo valor de K_a , porque todos são da mesma função orgânica.
- Está correto apenas o que se afirma em:

- a) I.
b) II.
c) II e III.
d) III e IV.
e) I e IV.

21. (Uerj) Os ácidos carboxílicos e os fenóis são substâncias orgânicas com caráter ácido. Apesar de os ácidos carboxílicos possuírem, em geral, valores de pK_a menores que os dos fenóis, o ácido benzoico apresenta pK_a igual a 4,21, enquanto o 2,4,6-trinitrofenol apresenta pK_a igual a 0,38.
- Escreva a fórmula estrutural deste fenol e justifique sua acidez superior à do ácido benzoico.

22. (Unicamp-SP) A expressão “ômega-3” ($\omega 3$) parece ter sido definitivamente incorporada ao vocabulário moderno. Ela se refere a ácidos orgânicos de cadeia longa encontrados em óleos de peixes marinhos. Já foi comprovado que essas substâncias protegem os esquimós da Groenlândia contra doenças cardiovasculares. Surge daí o estímulo que hoje se faz para que as populações ocidentais incluam, pelo menos uma vez por semana, peixe no seu cardápio.
- O ácido eicosapentaenoico, EPA, é um ácido graxo poli-insaturado do tipo $\omega 3$, podendo ser representado por C20:5 $\omega 3$.

Essa fórmula indica que a molécula do ácido possui 20 átomos de carbono e 5 duplas-ligações, e que a primeira dupla-ligação localiza-se no carbono 3 da cadeia (linear), enumerando-se a partir da extremidade oposta do radical carboxila.

- a) Represente uma fórmula estrutural possível do ácido graxo representado por C18:3 $\omega 3$. Saiba-se que compostos orgânicos que contêm duplas-ligações podem reagir com iodo, I_2 , adicionando-o às duplas-ligações.
- b) Quantos moles de I_2 reagem, por completo, com 5,56 g do ácido C18:3 $\omega 3$ do item a?
- Dados: fórmula molecular do ácido: $C_{18}H_{30}O_2$
massa molar do ácido: 278 g/mol

23. (Fuvest-SP) Um ácido monocarboxílico saturado foi preparado pela oxidação de 2,0 g de um álcool primário, com rendimento de 74%. Para identificar o ácido formado, efetuou-se sua titulação com solução aquosa de hidróxido de sódio de concentração igual a $0,20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Gastaram-se 100 mL para consumir todo o ácido.

Elemento	H	C	O
Massa molar ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)	1	12	16

- a) Determine a massa molar do álcool empregado.
- b) Escreva a fórmula molecular do ácido carboxílico resultante da oxidação do álcool primário.
- c) Escreva as fórmulas estruturais dos ácidos carboxílicos, cuja fórmula molecular é a obtida no item b.

24. (Uerj) Na natureza, os ácidos graxos insaturados encontrados em óleos vegetais ocorrem predominantemente na forma do isômero geométrico *cis*. Porém, quando esses óleos são processados industrialmente, ou usados em frituras repetidas, forma-se o isômero *trans*, cujo consumo não é considerado saudável. Observe na tabela a seguir os nomes usuais e os oficiais de três ácidos graxos comumente presentes em óleos e gorduras.

Nome usual	Nome oficial
oleico	octadec-9-enoico
esteárico	octadecanoico
linoleico	octadec-9,11-dienoico

Em um laboratório, para identificar o conteúdo de três frascos, X, Y e Z, cada um contendo um desses ácidos, foram realizados vários testes.

Observe alguns dos resultados obtidos:

- frasco X: não houve decoloramento ao se adicionar uma solução de Br_2/CCl_4 ;
- frasco Y: houve consumo de 2 mol de H_2 (g) na hidrogenação de 1 mol do ácido;
- frasco Z: o ácido apresentou estereoisômeros.

Escreva a fórmula estrutural espacial em linha de ligação do isômero do ácido oleico prejudicial à saúde. Em seguida, cite os nomes usuais dos ácidos presentes nos frascos X e Y.

Impressões digitais

Nas pontas dos nossos dedos existem elevações da pele, chamadas papilas, que formam um conjunto de sulcos único, característico de cada pessoa.

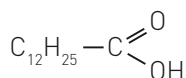
Quando tocamos uma superfície com as pontas dos dedos, o suor eliminado por poros existentes na pele forma uma marca que corresponde à imagem do conjunto de sulcos. Essas marcas são as impressões digitais.

A análise das impressões digitais para a identificação de pessoas foi inventada em 1891 por um croata naturalizado argentino, Juan Vucetich, e, por ser muito confiável, é utilizada até hoje.

O suor que se deposita sobre as superfícies é constituído por aproximadamente 99% de água. O 1% restante contém óleos, ácidos graxos, ésteres, aminoácidos e vários sais.



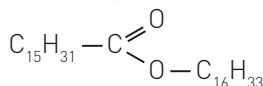
Fernando Favoretto/Arquivo da editora



// As impressões digitais de crianças contêm ácidos graxos, de cadeias menores, e normalmente desaparecem em 24 horas.



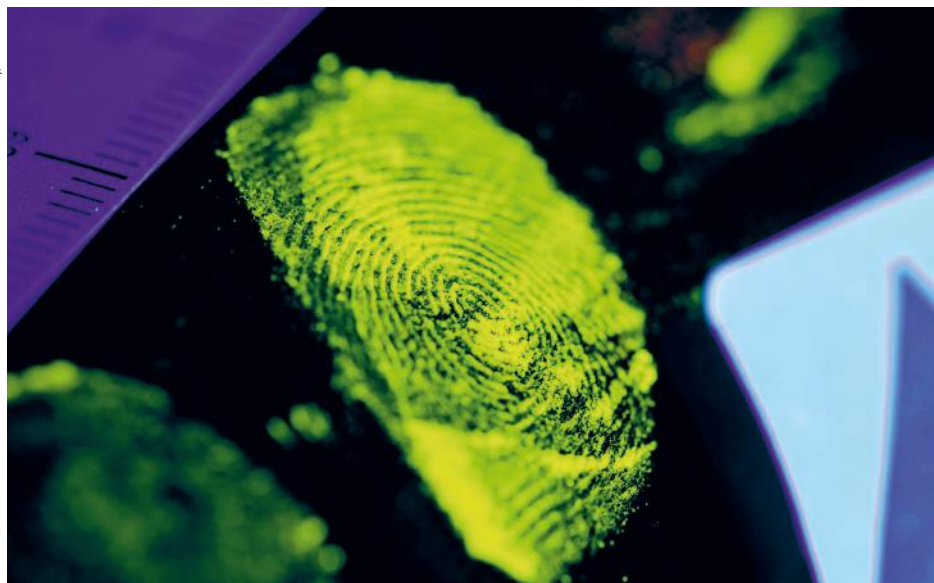
Thinkstock/Getty Images



// As impressões digitais de um adulto contêm ésteres de cadeia longa, que permanecem nas superfícies por alguns dias.

Nas investigações forenses, as impressões digitais são fotografadas, escaneadas e armazenadas em arquivos eletrônicos, para comparações.

Alamy/Fotorena



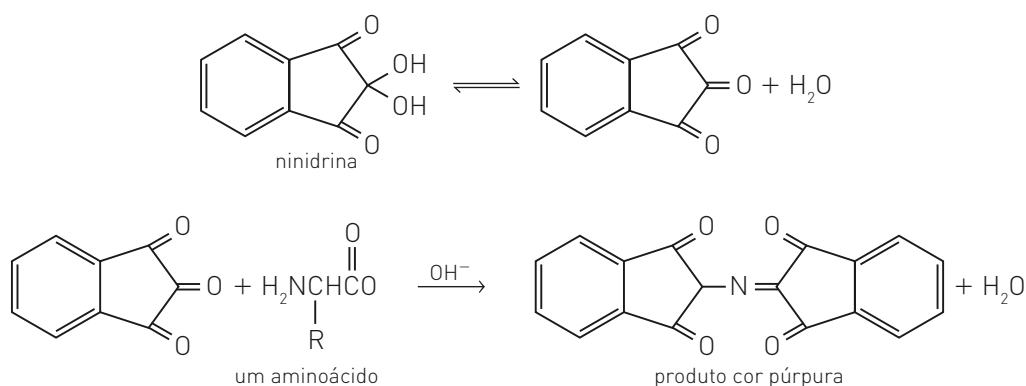
// Atualmente, em substituição ao pó de carvão, usa-se também pó de substâncias fluorescentes, que permite uma visualização mais rápida da impressão digital.

Por serem praticamente invisíveis, as impressões digitais devem ser evidenciadas para então ser fotografadas. Um dos métodos mais usados com essa finalidade consiste em passar um pincel contendo um pó muito fino de carvão sobre a impressão. Esse pó é absorvido pelo suor, tornando o conjunto de sulcos visível.

Fonte: American Chemical Society, *Chem Matters*, fev. 1997, p. 9. Traduzido pelos autores.

Reflita

1. Comparando as substâncias nas impressões digitais de adultos e crianças, o que podemos afirmar sobre a volatilidade delas?
2. Qual ramo da Química trabalha junto às investigações policiais?
3. A ninidrina foi descoberta por engano em 1913, mas é utilizada até hoje para evidenciar impressões digitais. Essa substância tem uma afinidade muito grande com aminoácidos. O mecanismo simplificado que favorece a revelação da impressão digital é mostrado a seguir.



A ninidrina está dissolvida em álcool etílico, que evapora, arrastando a água produzida na reação de desidratação. Isso facilita a formação do produto orgânico que, ao reagir com o aminoácido, origina uma substância de cor púrpura.

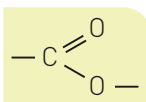
A solução de ninidrina é borrifada de longe sobre a impressão digital. Aguarda-se o solvente evaporar e então se borrifa novamente, quantas vezes forem necessárias para o aparecimento da cor púrpura, que só ocorre quando a superfície fica totalmente seca. À temperatura ambiente, esse processo pode levar horas. Para agilizar o resultado, dependendo das características do material que está sendo observado, pode-se colocá-lo em fornos com temperaturas da ordem de 50 °C a 70 °C.

Analizando as reações químicas apresentadas, responda:

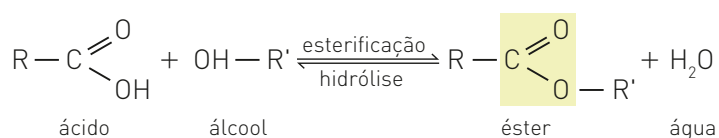
- a) Por que a evaporação do solvente favorece o aparecimento da cor púrpura?
 - b) Por que, ao se colocar o material em um forno, o processo é agilizado?
4. Pergunte ao seu professor de Biologia ou pesquise na internet, na biblioteca de sua escola ou cidade se existe diferença na impressão digital de gêmeos univitelinos. Caso haja, procure saber possíveis explicações para o fato.

Ésteres

Os ésteres orgânicos são caracterizados pelo seguinte grupo funcional:



Eles podem ser obtidos pela reação entre um ácido e um álcool, segundo a equação genérica a seguir:



Classificação dos ésteres

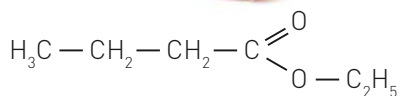
Os ésteres são substâncias abundantes na natureza. Podem ser classificados em três grupos: as essências de frutas, as ceras e os lipídios.

Essências de frutas

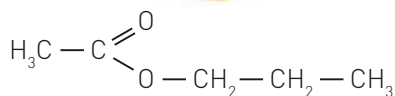
Os ésteres de ácidos e álcoois com pequeno número de átomos de carbono compõem o grupo das essências de frutas. Veja alguns exemplos desses ésteres:



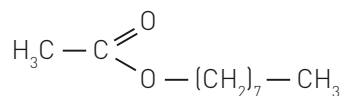
Fotos: Thinkstock/Getty Images



Butanoato de etila, essência de abacaxi.



Acetato de propila, essência de pera.



Acetato de octila, essência de laranja.



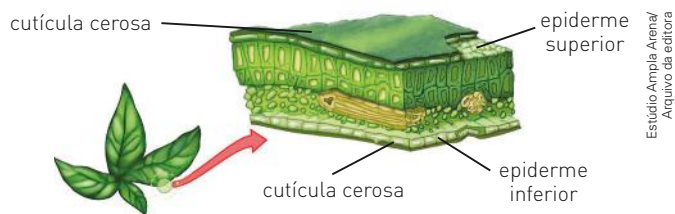
// As ceras são encontradas no revestimento externo dos vegetais.

Ceras

Embora as ceras sejam uma mistura complexa de vários compostos orgânicos, seus principais constituintes são ésteres de ácidos graxos e álcoois de cadeia longa, ambos não ramificados.

Na natureza, as ceras são encontradas nas partes externas dos vegetais ou nas penas de aves aquáticas. Nos vegetais, as ceras têm a função de retardar a evaporação da água; nas aves aquáticas, provocam a impermeabilização das penas, permitindo o nado ou o mergulho desses animais.

As ceras são utilizadas na fabricação de velas, de ceras para assoalhos, graxas para sapato, pomadas e cremes cosméticos, moldes dentários, etc.



Estúdio Ampla Arena/
Arquivo da editora

CORES FANTASIA

AUSÊNCIA DE PROPORÇÃO

// As ceras de origem animal ou vegetal compõem-se de ésteres de ácidos orgânicos graxos constituídos por moléculas de cadeia longa e álcoois alifáticos.



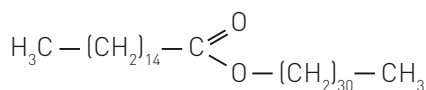
Thinkstock/Getty Images

Veja alguns exemplos de ceras encontradas na natureza:



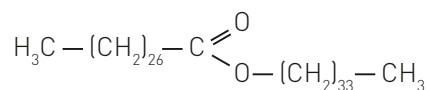
Thinkstock/Getty Images

// Um dos constituintes da cera produzida pelas abelhas é um éster formado a partir de um ácido graxo com 16 C e um álcool com 31 C.



Sofia Colombini/Fabio Colombini/Arquivo do fotógrafo

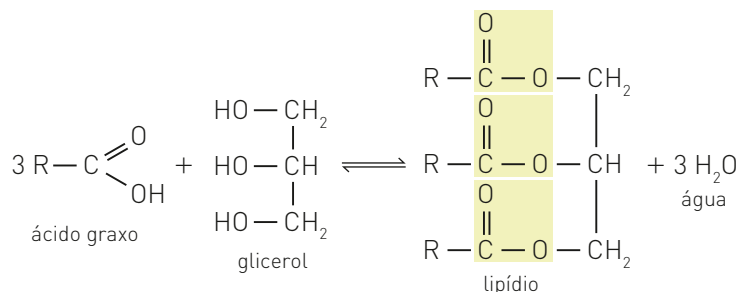
// Uma das principais ceras de origem vegetal é a cera de carnaúba.



Lipídios

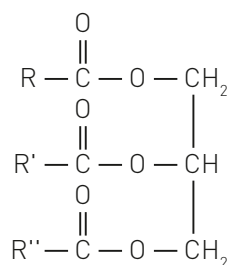
Os lipídios são também chamados de **lipídeos** ou **lípides**. Os mais importantes são os óleos e as gorduras, que apresentam estruturas semelhantes e são elaborados por organismos vivos a partir de ácidos graxos e glicerol.

Genericamente, um lipídio é formado da seguinte maneira:



A estrutura do lipídio apresenta três grupos $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ -\text{C}-\text{O}- \end{array}$ característicos da função éster, por isso ele é classificado como um **triéster**. Quando derivados do glicerol, os triésteres são denominados triglicérides ou triglicerídeos.

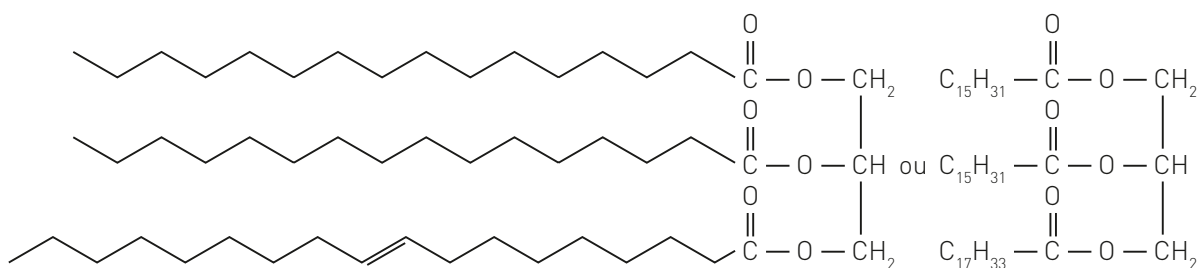
Obtém-se uma molécula do triglicerídeo pela reação entre uma molécula do glicerol e três moléculas de ácidos graxos não necessariamente iguais; portanto, uma molécula de um triglicerídeo pode ser representada por:



Os lipídios podem ser classificados em óleos ou gorduras, dependendo dos grupos R.

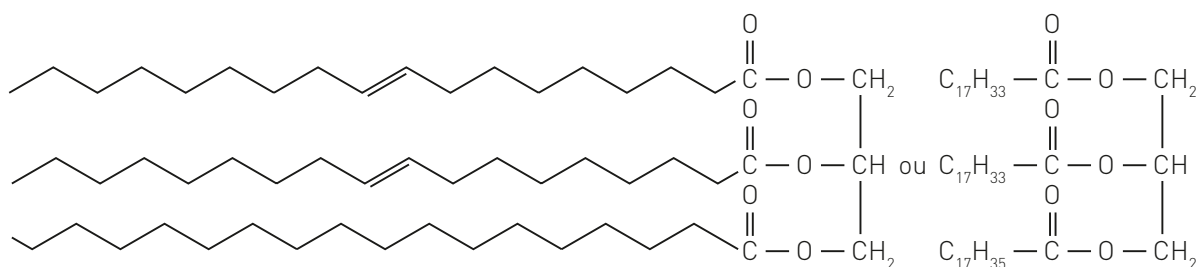
- Gordura = 2 ou mais R saturados.

Veja um exemplo de gordura:



Gorduras: predominam grupos de ácidos graxos saturados.

- Óleo = 2 ou mais R insaturados.
Veja, agora, um exemplo de óleo:



Óleos: predominam grupos de ácidos graxos insaturados.

Tanto na gordura como nos óleos, há uma mistura de ácidos graxos que são constituintes dos lipídios. Esses ácidos graxos também são os responsáveis pelo estado físico da gordura e do óleo. À temperatura ambiente, temos:

gordura ⇒ sólida



Rita Barreto/Fotoarena

// A partir da hidrogenação de alguns tipos de óleo vegetal, obtemos a gordura vegetal.

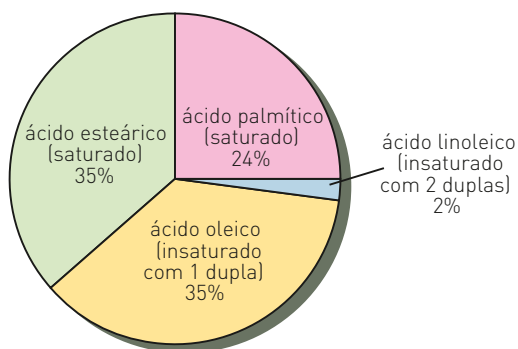
óleo ⇒ líquido



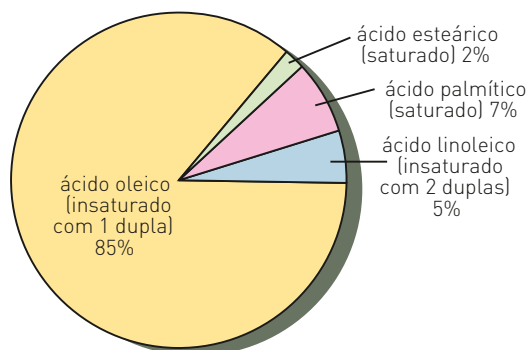
Thinkstock/Getty Images

// O azeite de oliva é fabricado a partir da extração do óleo de azeitonas.

Ácidos graxos encontrados na gordura vegetal hidrogenada



Ácidos graxos encontrados no óleo de oliva

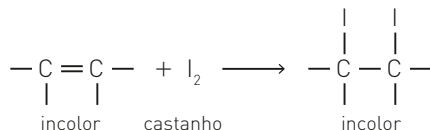


Obs.: as porcentagens indicadas são valores aproximados.

Ilustrações: Banco de imagens/Arquivo da editora

Já sabemos que os óleos apresentam em sua constituição predominantemente ácidos graxos insaturados. Para determinar o grau de insaturação de um óleo, é comum a utilização do teste do iodo (índice de iodo).

O iodo (solução de cor castanha) é adicionado às duplas-ligações:



Quando adicionamos a mesma quantidade de iodo a amostras com o mesmo número de mol, de óleos diferentes, quanto menos intensa for a coloração final, maior terá sido o consumo de iodo; portanto, o óleo deve apresentar maior número de insaturações.

Observe o experimento:



Fotos: Sérgio Dotta Jr./Arquivo da editora

// Algum tempo após a adição da solução de iodo nos dois óleos, o de girassol apresentou coloração menos intensa. Podemos concluir que o óleo de girassol apresenta mais insaturações.

Por motivos histórico-culturais, a maior parte da população tem preferência por gorduras como manteiga e banha, ambas de origem animal. Essa preferência pode ser danosa à saúde, uma vez que as dietas com alto índice de ácidos graxos saturados são hoje relacionadas a várias alterações no organismo, como a arteriosclerose, que consiste no engrossamento e endurecimento das paredes internas das artérias, por causa da deposição de gorduras. A arteriosclerose pode acarretar trombose das coronárias, derrames e enfartes.



Thinkstock/Getty Images

// As carnes vermelhas, como a picanha, em geral apresentam elevados teores de gordura.

Além disso, não há quantidade suficiente para atender ao consumo, e essas gorduras são mais caras que os óleos de origem vegetal. Por esses motivos, tornou-se evidente a necessidade de encontrar um substituto para as gorduras naturais. Após muitas pesquisas, descobriu-se que é possível, pela adição de hidrogênio (H_2) às duplas insaturações dos óleos, transformá-los em gorduras, podendo-se obtê-las sólidas ou semissólidas, de acordo com a extensão dessa reação.

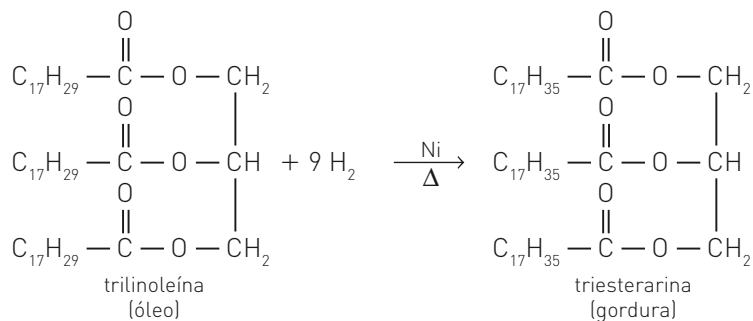
A gordura vegetal hydrogenada e a margarina são obtidas, respectivamente, pela hidrogenação total e parcial de óleos de soja, milho ou caroço de algodão. Na margarina, em razão do seu uso, a hidrogenação é parcial, sendo feita até que se obtenha a consistência da manteiga. O material resultante é misturado ao leite desnatado, ligeiramente fermentado, e ainda recebe a adição de sal, vitamina A, corantes e aromatizantes artificiais.



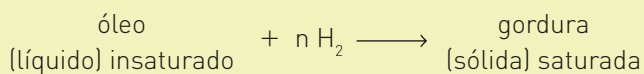
Atualmente, devido aos riscos que as gorduras representam para a saúde, algumas margarinas são feitas pela emulsificação de óleos ricos em ácidos linoleico e linolênico (poli-insaturados).

Existem ainda algumas gorduras, usadas em indústrias alimentícias, que são preparadas pela hidrogenação parcial de óleos vegetais combinados com banha ou gordura de boi.

A reação a seguir representa a hidrogenação total de um óleo originando uma gordura:



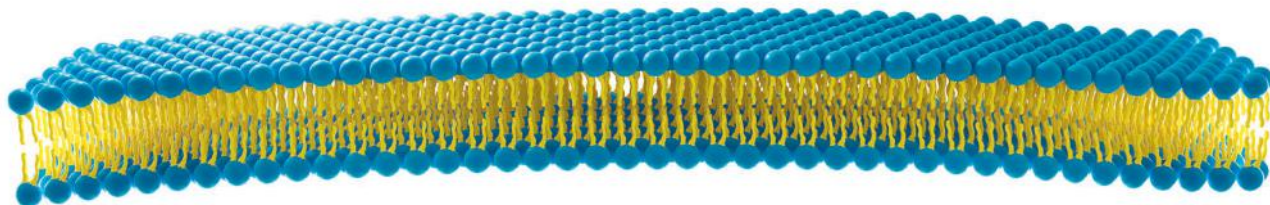
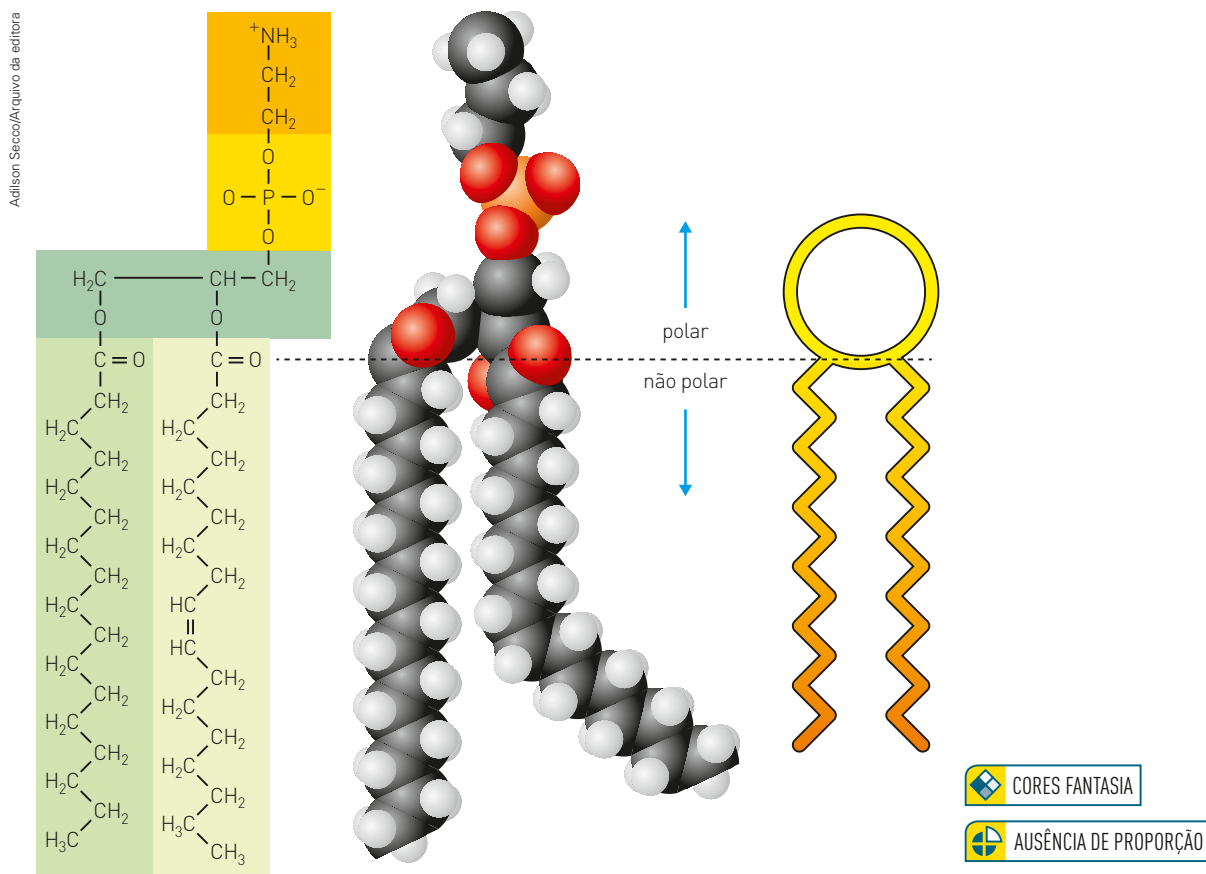
Genericamente:



Fosfolipídios

Os fosfolipídios são moléculas que apresentam caráter polar e apolar, sendo denominadas anfipáticas (ou anfifílicas). Apresentam como importância biológica o fato de constituírem estruturalmente a membrana celular, as organelas celulares membranosas, assim como as lipoproteínas presentes no plasma sanguíneo. Estão presentes também na bile, auxiliando a solubilização de diversos compostos, entre eles o colesterol. Apresentam a função de surfactante (diminuição da tensão superficial) pulmonar, facilitando o processo de trocas gasosas (hematose) que ocorre nos alvéolos, entre outras funções mais específicas, como o auxílio na sinalização celular.

A ilustração a seguir representa modelos para esses compostos.



Tomasz Swierczynski/
Shutterstock

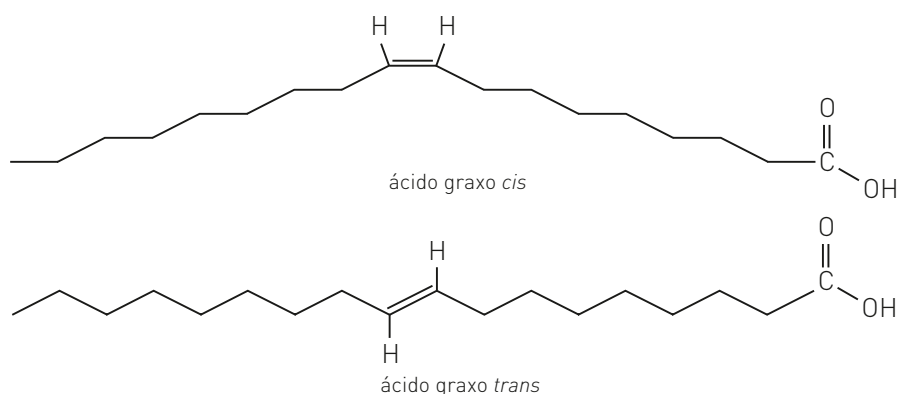
// Camada lipídica de revestimento da membrana celular.

Gordura *trans*

Instituições médicas, como a Sociedade Brasileira de Cardiologia, recomendam, na dieta, a substituição de compostos saturados por insaturados, pois os saturados podem provocar doenças cardíacas e certos tipos de câncer em pessoas com idade avançada, porque, com o passar do tempo, o organismo tem mais dificuldade para realizar o metabolismo dos saturados.

Atualmente, a manteiga, de origem animal (rica em gorduras saturadas), é substituída pelas margarinas, que são obtidas pela hidrogenação parcial de óleos vegetais.

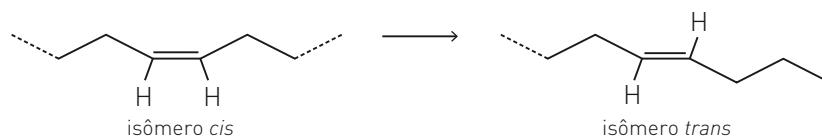
Recentemente, foram descobertos compostos insaturados que se formam durante a hidrogenação parcial: as denominadas **gorduras *trans***, que também são prejudiciais ao organismo.



// As fórmulas estruturais simplificadas mostram a diferença entre um ácido graxo *cis* e um ácido graxo *trans*.

Durante a hidrogenação parcial, ocorre a conservação de algumas duplas-ligações presentes nas moléculas do óleo, que podem sofrer uma isomerização, mudando da forma *cis* para a forma *trans*.

A ilustração mostra essa transformação em um trecho da molécula do ácido graxo insaturado:



A hidrogenação acontece também na natureza e é denominada bio-hidrogenação. Ocorre quando os ácidos graxos ingeridos por animais ruminantes são parcialmente hidrogenados com o auxílio de enzimas.



// Molécula de ácido graxo encontrado nas gorduras *trans*.

A gordura *trans*, produzida industrialmente:

- apresenta maior temperatura de fusão como decorrência da orientação linear das moléculas *trans* e do aumento da saturação;
- aumenta o tempo de validade dos produtos, pois resiste mais tempo à oxidação;
- melhora a consistência dos alimentos.

Tanto a gordura *trans* de origem industrial quanto a de origem animal, quando consumidas em excesso, podem causar problemas de saúde, uma vez que:

- agem no organismo como gordura saturada e elevam o nível das proteínas de baixa densidade (LDL), conhecidas como “colesterol ruim”;
- diminuem a absorção das proteínas de alta densidade (HDL), conhecidas como “colesterol bom”, responsáveis pela remoção do LDL do sangue;
- aumentam as chances de formação de placas de gordura nas veias e artérias;
- favorecem a obesidade.

Por isso, é preciso controlar a ingestão de alimentos que contêm gordura *trans*. Isso pode ser feito por meio da leitura dos rótulos dos alimentos, que obrigatoriamente devem apresentar sua composição, por porções.



INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção de 10 g (1 colher de sopa)		
Quantidade por porção		% VD (*)
Valor Calórico	74kcal = 311kJ	4%
Carboidratos	0 g	0%
Proteínas	0 g	0%
Gorduras Totais	8,3 g	15%
Gorduras Saturadas	4,8 g	22%
Gorduras <i>trans</i>	0,2 g	**
Fibra Alimentar	0 g	0 %
Sódio	90 mg	4%
(*) Valores Diários com base em uma dieta de 2.000kcal ou 8.400kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.		
**VD não disponível.		

/// Recomenda-se escolher alimentos com menor teor de gordura *trans*, pois não existe valor diário seguro de ingestão dessa substância.

Reflita

1. Cite uma possível desvantagem da hidrogenação parcial de óleos vegetais.
2. Explique como a orientação linear das moléculas pode aumentar sua temperatura de fusão.
3. Quais as diferenças existentes na textura dos óleos e das gorduras? A que se pode atribuir tais diferenças?
4. Sabendo que todo colesterol é fabricado pelo nosso organismo ou então obtido de alimentos de origem animal, o que seria mais saudável: comer um ovo frito no óleo de soja ou na manteiga? Justifique.

Tipos de óleo e gorduras

Leia o rótulo de produtos que contêm gordura, como manteiga, margarina, óleos vegetais, manteiga de amendoim e batatas *chips*. Procure pelos termos saturado, monoinsaturado, poli-insaturado e parcialmente ou totalmente hidrogenado.

1. Quais os tipos de óleos ou gorduras presentes nos produtos?
2. Quantos gramas desses tipos de compostos estão presentes?
3. Qual a porcentagem total de gordura saturada?
4. Escolha um dos produtos e, considerando que cada grama de gordura fornece 9 kcal, calcule o total de quilocalorias fornecidas devido somente à gordura presente no alimento.

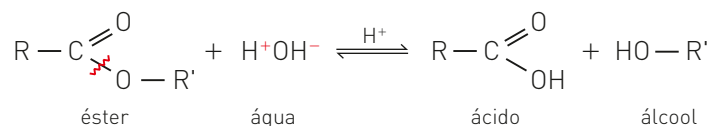
Fonte: TIMBERLAKE, K. C. *Chemistry: An Introduction to General, Organic, and Biological Chemistry*. 11. ed. p. 533. Glenview: Prentice Hall. Traduzido pelo autor.

Propriedades químicas dos ésteres

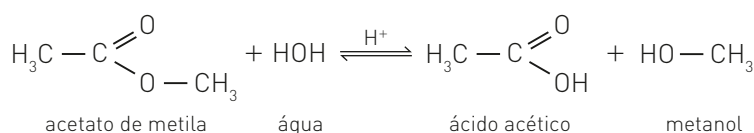
A mais importante propriedade química dos ésteres é a capacidade de sofrerem hidrólises, que podem ser de dois tipos: **ácida** e **alcalina**.

Hidrólise ácida

Nesse tipo de hidrólise do éster, o meio ácido (H^+) catalisa a reação, produzindo ácido e álcool. Simplificadamente, temos:

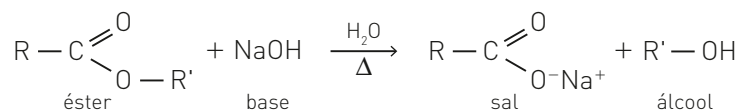


Veja um exemplo:



Hidrólise alcalina

Um éster, quando em solução aquosa de uma base inorgânica ou de um sal básico, vai originar um sal orgânico e um álcool. Simplificadamente, temos:

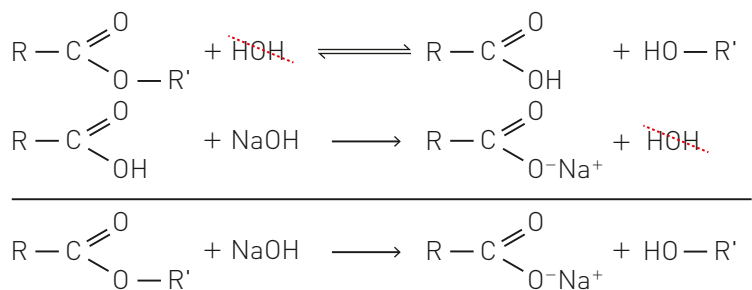


SAIBA MAIS

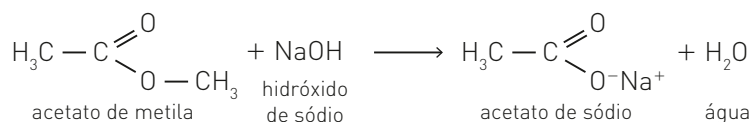
Barbies, bambolês e bolas de bilhar: 67 deliciosos comentários sobre a fascinante química do dia a dia, de Joe Schwarcz. Editora Jorge Zahar.

Misturando assuntos tão díspares como aventuras amorosas, KGB, CIA, *jeans*, xampus, assassinatos, zumbis, bruxas, mágicos, entre outros, o livro procura mostrar que os fenômenos químicos ocorrem em toda parte. Contudo, um dos seus principais objetivos é fazer do leitor um consumidor desconfiado, que não embarca em propagandas enganosas ou em pesquisas sem fundamento.

Na realidade, essa reação ocorre em duas etapas, que podem ser assim representadas:

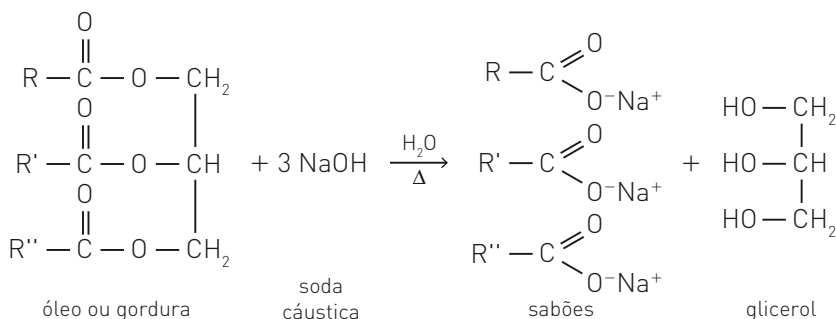


Veja um exemplo:

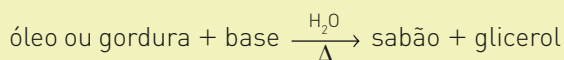


A hidrólise alcalina de um éster é denominada, genericamente, **reação de saponificação**, porque, em uma reação desse tipo, quando é utilizado um éster proveniente de um ácido graxo, o sal formado recebe o nome de sabão. Como a principal fonte natural de ácidos graxos são os óleos e as gorduras (triglicerídeos), suas hidrólises alcalinas constituem o principal processo para a produção de sabões.

A equação a seguir representa, genericamente, a hidrólise alcalina de um óleo ou de uma gordura:



Esquematicamente:

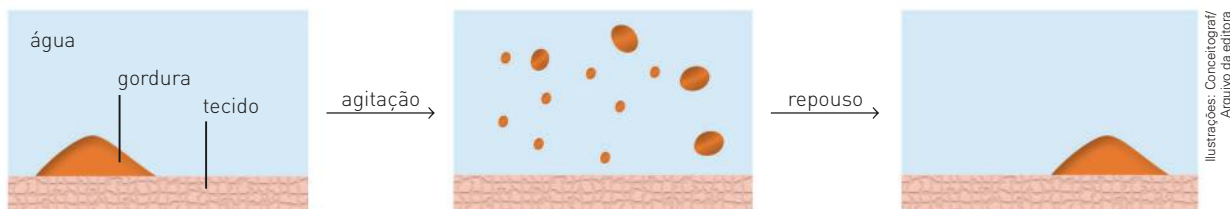


Características dos sabões

Após o aquecimento da gordura com a base em solução aquosa, o glicerol é removido e a mistura de sais de sódio de ácidos graxos é purificada. Dependendo da sua utilização, os sabões recebem a adição de corantes, essências e abrasivos (sapólio). A seguir, os sabões podem ser moldados em barras, picados em flocos ou convertidos em pó.

As bases mais utilizadas para produzir sabões são: NaOH, KOH e NH₄OH. As duas últimas originam sabões mais solúveis em água e, por isso, são usadas na formulação de xampus, cremes de barbear e sabões líquidos.

Os sabões facilitam os processos de limpeza por causa de sua **ação detergente** (do latim *detergere* = limpar). A água apenas, embora seja um excelente agente de limpeza, nem sempre consegue remover a sujeira de nosso corpo ou de roupas, pois a nossa pele e as roupas usadas geralmente estão recobertas por uma fina camada de óleos ou gorduras insolúveis em água. Quando se coloca uma peça de roupa suja em contato com a água, submetendo-a também à agitação, esses materiais orgânicos se dispersam na água na forma de gotículas. Porém, ao cessar a agitação, essas gotículas tendem a se juntar e recobrem novamente o tecido.



Ilustrações: Conceitograf/
Arquivo da editora

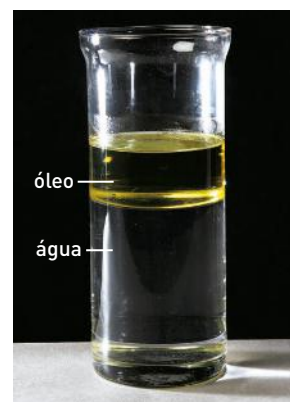
Esse fato pode ser verificado realizando-se o experimento a seguir.



// Adição de óleo à água.



// Agitação.

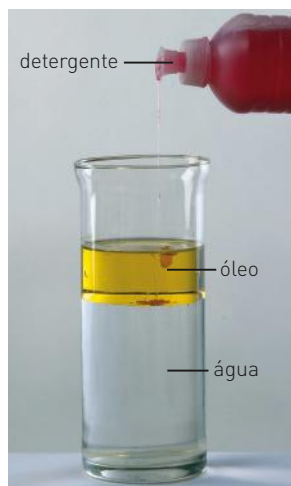


// Repouso.

Fotos: Sérgio Dotta Jr./Arquivo da editora

Água e óleo não se dissolvem, porque a água é uma substância polar, enquanto óleos e gorduras são substâncias apolares.

Adicionando-se sabão ou detergente a esse sistema, as partículas de gordura se unem às moléculas do sabão e permanecem em suspensão, sendo removidas com a água da lavagem.



// Ação detergente.



// Agitação.



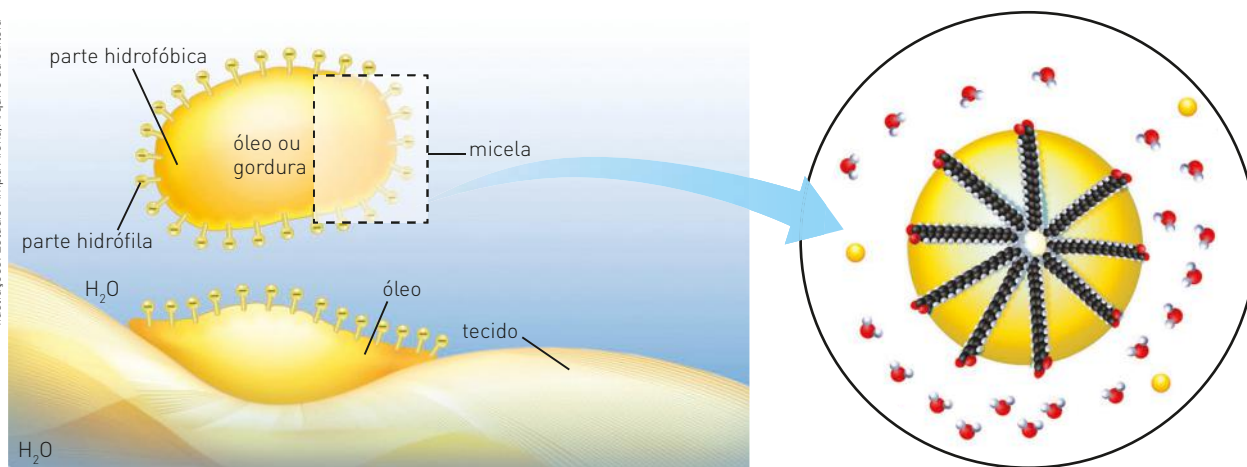
// Repouso.

Fotos: Sérgio Dotta Jr./Arquivo da editora

$$\begin{array}{ccccccccccccccccccc} \text{H}^3 & & \text{H}^2 & & \text{H}^2 & & \text{H}^2 & & \text{H}^2 & & \text{H}^2 & & \text{H}^2 & & \text{H}^2 & & \text{H}^2 & & \text{H}^2 & & \text{H}^2 & & \text{H}^2 & & \text{O} \\ & \diagdown & & \diagup & & \diagdown & & \diagup & & \diagdown & & \diagup & & \diagdown & & \diagup & & \diagdown & & \diagup & & \diagdown & & \diagup & & \diagdown \\ & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} \\ & \diagup & & \diagdown & & \diagup & & \diagdown & & \diagup & & \diagdown & & \diagup & & \diagdown & & \diagup & & \diagdown & & \diagup & & \diagdown & & \diagup \\ \text{H}_2 & & \text{H}_2 & & \text{H}_2 & & \text{H}_2 & & \text{H}_2 & & \text{H}_2 & & \text{H}_2 & & \text{H}_2 & & \text{H}_2 & & \text{H}_2 & & \text{H}_2 & & \text{H}_2 & & \text{H}_2 & & \text{O} \\ & \diagup \\ & \text{O} \end{array}$$

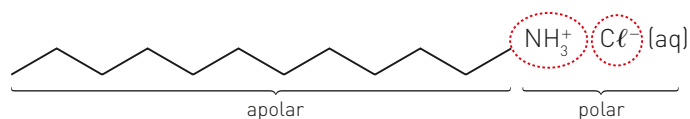
parte apolar
(hidrofóbica)
parte polar
(hidrofíla)

Ilustrações: Estúdio Ampla Arena/Arquivo da editora

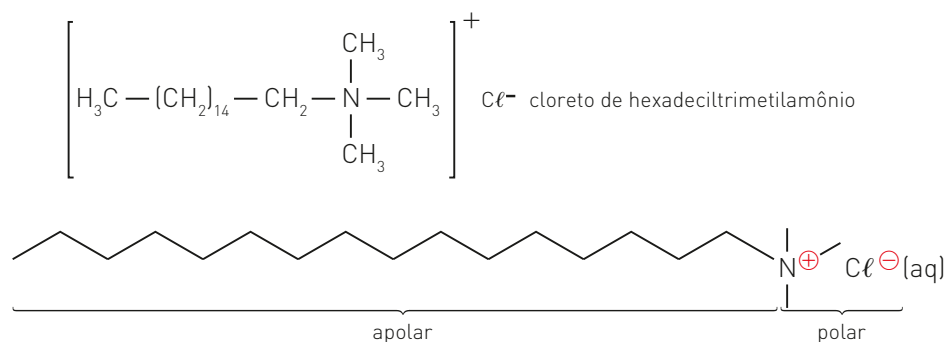


The diagram illustrates the structure of a soap molecule. It consists of a long, zigzag hydrocarbon chain, which is labeled as 'apolar' (non-polar). This chain is attached to a head group consisting of a sulfonate ion (SO_3^-) and a sodium ion (Na^+), which is labeled as 'polar'. The entire molecule is shown in a simplified, schematic representation.

Além desses dois tipos de surfactantes — sabão e detergente —, atualmente utilizamos um terceiro tipo, denominado **catiônico**, no qual a parte ativa da molécula é um cátion ($-\text{NH}_2^+$):



Um dos mais usados é o seguinte:

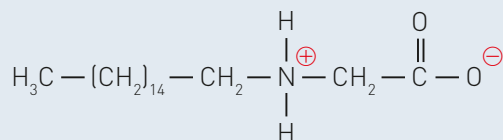


Genericamente, esse tipo de composto é denominado sal de amônio quaternário, pois apresenta quatro grupos ligados ao nitrogênio com carga positiva. Embora esses detergentes catiônicos não sejam tão eficientes na remoção de sujeiras, seu uso é muito difundido, já que eles possuem elevado poder germicida.

Xampus que não ardem os olhos

Até a Segunda Guerra Mundial, os sabões eram o principal componente dos xampus. Nos xampus modernos, o agente de limpeza são detergentes, comumente aniônicos (iguais aos usados nos cremes dentais).

Os xampus infantis contêm detergentes anfotéricos, que apresentam uma parte catiônica e uma aniônica:



Em meio ácido, essas partes capturam o íon H^+ e, em soluções básicas, liberam um dos hidrogênios (H) ligados ao nitrogênio. Tais estruturas são menos irritantes para os olhos.



Maatman/Shutterstock

/// Detergentes anfotéricos são utilizados em xampus infantis por não agredirem tanto os olhos.

Sabão × detergente

Ambos atuam em processos de limpeza de maneira semelhante, mas apresentam algumas diferenças:

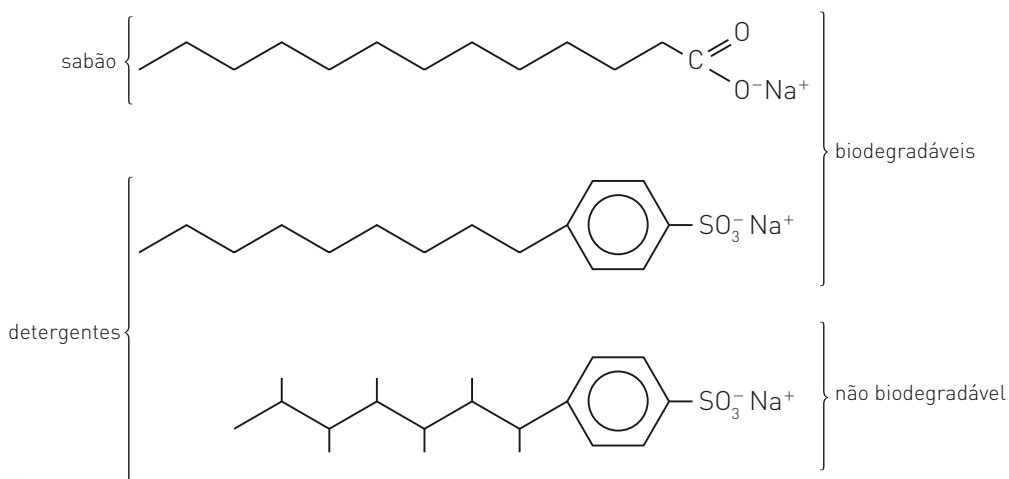
Características		
	Sabão	Detergente
Matéria-prima básica	óleo e gordura	petróleo
Produção	artesanal ou industrial	industrial
Comportamento no ambiente	biodegradável	biodegradável ou não
Grupo funcional	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ \backslash \\ \text{O}^-\text{Na}^+ \end{array}$	mais comuns: $-\text{SO}_3^-\text{Na}^+$ $-\text{OSO}_3^-\text{Na}^+$

Uma vantagem dos detergentes em relação aos sabões é que eles agem de maneira eficiente mesmo quando utilizados em águas ricas em sais de cálcio e magnésio, conhecidas por **água dura**. Nesse tipo de água, os sabões originam substâncias insolúveis, o que diminui sua eficiência.

Quando se utilizam sabões nos processos industriais ou domésticos de lavagem, eles vão para a rede de esgotos e acabam em lagos e rios. Porém, após certo tempo, os resíduos são degradados (decompostos) por microrganismos que existem na água. Diz-se, então, que os sabões são **biodegradáveis** e que não causam grandes alterações ao meio ambiente.

Os detergentes não biodegradáveis, que têm cadeias ramificadas, ao contrário dos sabões e detergentes biodegradáveis, que têm cadeias normais, acumulam-se nos rios formando uma camada de espuma que impede a entrada de gás oxigênio na água, provocando a morte de peixes e de outros organismos aquáticos. Além disso, os detergentes não biodegradáveis, por permanecerem na água, podem remover a camada oleosa que reveste as penas de algumas aves, impedindo-as de flutuar.

O esquema a seguir representa algumas dessas substâncias.



/// A água do mar, além de apresentar grande quantidade de cloreto de sódio (NaCl), principal componente do sal de cozinha, contém sais de cálcio e magnésio. Por isso, não é possível obter espuma utilizando sabão na água do mar.

Ernesto Rodrigues/Folhapress



/// Na água existem microrganismos que produzem enzimas capazes de quebrar as moléculas de cadeias lineares. Essas enzimas, porém, não "reconhecem" as moléculas de cadeias ramificadas. Por isso, os detergentes não biodegradáveis permanecem na água sem sofrer degradação. Trecho poluído do rio Tietê (Pirapora do Bom Jesus, SP, 2015).

Thinkstock/Getty Images



Solubilidade de óleos e gorduras

Coloque um pouco de água em um recipiente pequeno, adicione algumas gotas de óleo vegetal e anote as suas observações.

Agora, no mesmo recipiente, adicione algumas gotas de detergente e misture. Registre as observações.

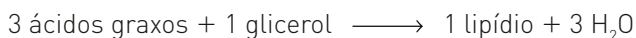
Em um outro recipiente, coloque uma pequena porção de algum alimento rico em gordura, como, por exemplo, manteiga. Coloque água e anote as suas observações. Adicione um pouco de sabão e misture. Registre novamente suas observações.

1. Por que a gordura não é removida somente com a passagem de água?
2. Como a adição de detergente afeta a camada de óleo?
3. Por que o sabão auxilia na remoção de gordura do segundo recipiente?
4. De modo geral, o que podemos afirmar da solubilidade de lipídios em água?

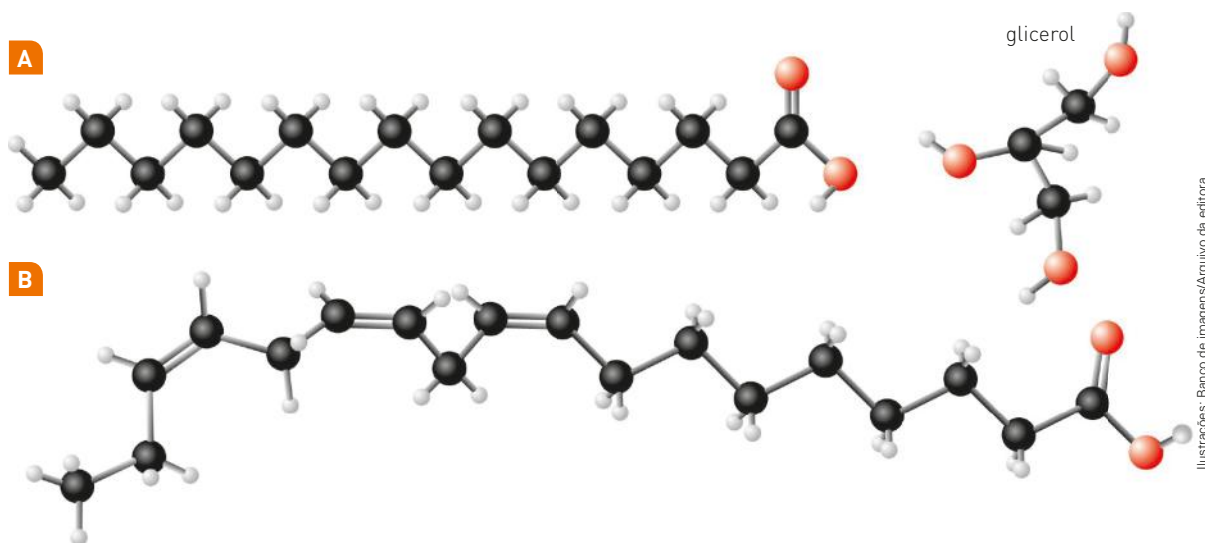
Fonte: TIMBERLAKE, K. C. *Chemistry: An Introduction to General, Organic, and Biological Chemistry*. 11. ed. p. 519. Glenview: Prentice Hall. Traduzido pelo autor.

Fundamentando seus conhecimentos

Os ácidos graxos se combinam com o glicerol formando triglicérides (lipídios), segundo a equação genérica:



A seguir, são representadas moléculas de dois ácidos graxos e do glicerol:

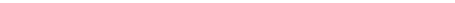


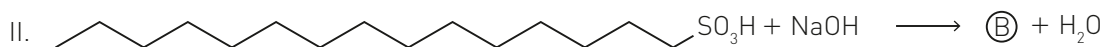
A respeito das possíveis combinações, responda às questões **1 a 4**.

1. A combinação de 3 moléculas de A com 1 molécula de glicerol produzirá óleo ou gordura?
2. A combinação de 3 moléculas de B com 1 molécula de glicerol produzirá óleo ou gordura?
3. A combinação de 2 moléculas de A e 1 molécula de B com 1 molécula de glicerol produzirá óleo ou gordura?

- $$\begin{array}{l} \text{R}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{R}' + \text{HOH} \rightleftharpoons \text{R}-\text{C}(=\text{O})-\text{OH} + \text{HO}-\text{R}' \\ \text{éster} \qquad \qquad \qquad \text{ácido} \qquad \qquad \qquad \text{álcool} \\ \qquad \qquad \qquad \text{carboxílico} \\ \text{R}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{R}' + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{R}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}^-\text{Na}^+ + \text{HO}-\text{R}' \\ \text{éster} \qquad \qquad \qquad \text{sal de ácido} \qquad \qquad \qquad \text{álcool} \\ \qquad \qquad \qquad \text{carboxílico} \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 \text{O} \\
 \parallel \\
 \text{C}_{15}\text{H}_{31}-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2 \\
 \parallel \\
 \text{O} \\
 \text{C}_{15}\text{H}_{31}-\text{C}-\text{O}-\text{CH} \\
 \parallel \\
 \text{O} \\
 \text{C}_{15}\text{H}_{31}-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2
 \end{array}
 + 3 \text{ NaOH (aq)} \longrightarrow 3 \text{ (X)} + \begin{array}{c}
 \text{HO}-\text{CH}_2 \\
 | \\
 \text{HO}-\text{CH} \\
 | \\
 \text{HO}-\text{CH}_2
 \end{array}$$

I.  + NaOH $\longrightarrow$ (A) + H₂O



- Rita Barreto/Fotoarena

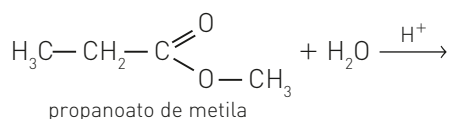
A red box of 'Sabão em pó' (Powder Soap) with a blue mug filled with the powder next to it. The box has the text 'Sabão em pó' in a stylized white font with a red outline, and '1 kg' in a white font with a red outline. The blue mug is filled with a white powdery substance, representing the soap.

Desenvolvendo seus conhecimentos

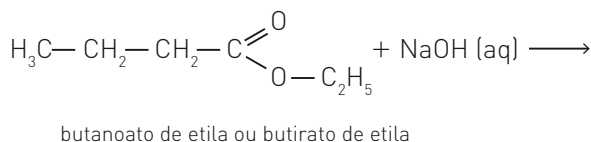
1. (UFF-RJ) Na reação CH_3COOH e $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$, catalisada por ácido, além da água, resulta:
- isopropionato de etila.
 - acetato de propila.
 - 2-etil-1-propanol.
 - acetato de isopropila.
 - 2-etil-2-propanol.

A hidrólise ácida de um éster origina um ácido e um álcool, e a hidrólise alcalina origina um sal e um álcool. Analisando essas informações, responda às questões 2 e 3.

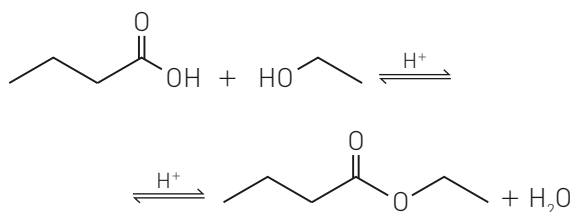
2. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais dos produtos obtidos pela hidrólise ácida representada a seguir.



3. Complete a equação que representa a reação de hidrólise alcalina, indicando os nomes e as fórmulas estruturais dos produtos.



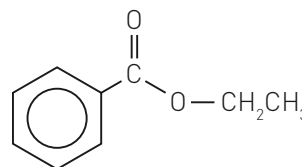
4. (Uerj) Um produto industrial consiste na substância orgânica formada no sentido direto do equilíbrio químico representado pela seguinte equação:



A função orgânica desse produto é:

- éster
 - cetona
 - aldeído
 - hidrocarboneto
5. (Enem) A própolis é um produto natural conhecido por suas propriedades anti-inflamatórias e cicatrizantes. Esse material contém mais de 200 compostos identificados até o momento.

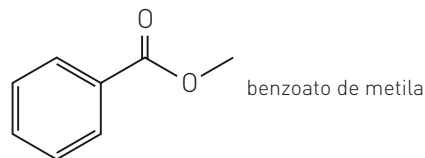
Dentre eles, alguns são de estrutura simples, como é o caso do $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$, cuja estrutura está mostrada abaixo.



O ácido carboxílico e o álcool capazes de produzir o éster em apreço por meio da reação de esterificação são, respectivamente,

- ácido benzoico e etanol.
- ácido propanoico e hexanol.
- ácido fenilacético e metanol.
- ácido propiônico e ciclohexanol.
- ácido acético e álcool benzílico.

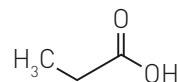
6. (UFTM-MG) Os aromatizantes são aditivos químicos utilizados para conferir e intensificar o sabor e aroma dos alimentos. O benzoato de metila, estrutura representada na figura, confere aroma ao *kiwi*.



Na reação de hidrólise ácida do benzoato de metila, um dos produtos é

- fenol.
- etanol.
- benzeno.
- água.
- ácido benzoico.

7. (UFTM-MG) O ácido propanoico é um dos ácidos empregados na indústria de alimentos para evitar o amarelecimento de massas de pães e biscoitos. Este ácido tem constante de ionização, a 25 °C, aproximadamente igual a $1 \cdot 10^{-5}$, e sua fórmula estrutural está representada na figura.



- Escreva a fórmula estrutural do produto de reação do ácido propanoico com o etanol. Identifique o grupo funcional presente no produto da reação.
- Qual é o pH de uma solução aquosa de ácido propanoico 0,1 mol/L, a 25 °C? Apresente os cálculos efetuados.

8. (Uece) Ao reagir ácido carboxílico com álcool, obtém-se éster. As essências artificiais de flores e frutas são ésteres que apresentam valores baixos de massa molecular. Assinale a opção que representa a obtenção de butanoato de etila, essência artificial do morango.

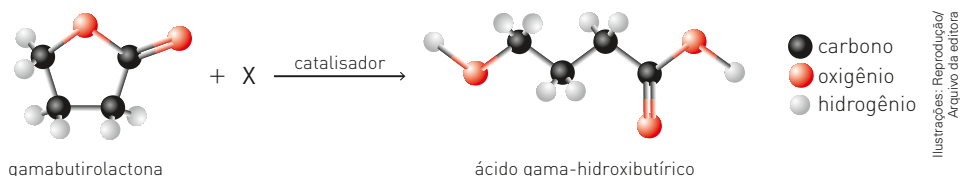
- a) $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_3 - \text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \longrightarrow \text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_3 - \text{COOCH}_2 - \text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 b) $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_2 - \text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \longrightarrow \text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_2 - \text{COCH}_2 - \text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 c) $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_2 - \text{COOCH}_2 + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \longrightarrow \text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_2 - \text{COOCH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 x d) $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_2 - \text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \longrightarrow \text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_2 - \text{COOCH}_2 - \text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

9. (UFF-RJ) Os compostos orgânicos denominados ésteres possuem fórmula geral $\text{R}'\text{COOR}$, onde R' pode ser um átomo de hidrogênio ou um grupo arila ou alquila e R pode ser um grupo alquila ou arila. Podem ser utilizados na produção de perfumes e, como agentes flavorizantes, principalmente na indústria de bebidas. Vários ésteres possuem aromas e/ou sabores agradáveis, por isso são usados como flavorizantes na forma pura ou em misturas. Os produtos informam no rótulo a existência de flavorizantes na sua composição.

Nome do éster	Fórmula	Aroma/sabor
butanoato de etila	$\text{C}_3\text{H}_7 - \text{COO} - \text{C}_2\text{H}_5$	abacaxi
formiato de isobutila	$\text{H} - \text{COO} - \text{C}_4\text{H}_9$	framboesa
acetato de benzila	$\text{CH}_3 - \text{COO} - \text{CH}_2 - \text{C}_6\text{H}_5$	gardênia
acetato de isobutila	$\text{CH}_3 - \text{COO} - \text{C}_4\text{H}_9$	morango

A hidrólise ácida desses ésteres produzirá os seguintes ácidos carboxílicos:

- a) ácido acético, ácido isobutírico e ácido benzoico. d) ácido butírico, ácido isobutírico e ácido acético.
 x b) ácido butírico, ácido fórmico e ácido acético. e) ácido butírico, ácido acético e ácido benzoico.
 c) ácido acético, ácido fórmico e ácido benzoico.
10. (Fuvest-SP) O ácido gama-hidroxibutírico é utilizado no tratamento do alcoolismo. Esse ácido pode ser obtido a partir da gamabutirolactona, conforme a representação a seguir:

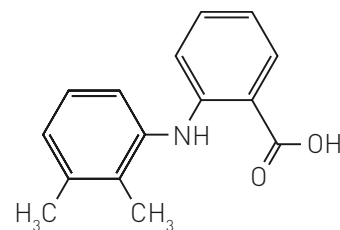


Assinale a alternativa que identifica corretamente X (de modo que a representação respeite a conservação da matéria) e o tipo de transformação que ocorre quando a gamabutirolactona é convertida no ácido gama-hidroxibutírico.

	X	Tipo de transformação
x a)	CH_3OH	esterificação
b)	H_2	hidrogenação
c)	H_2O	hidrólise
d)	luz	isomerização
e)	calor	decomposição

11. (UFTM-MG) A bula de um medicamento indicado para o alívio sintomático de artrite reumatoide, osteoartrite, dores dentárias e cefaleia informa que os comprimidos contêm como princípio ativo o ácido mefenâmico, estrutura representada na figura.

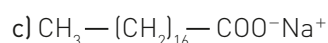
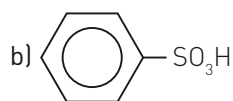
Sob condições experimentais adequadas, quando em contato com o etanol, o ácido mefenâmico reage produzindo outro composto orgânico e água.



- a) Identifique as funções orgânicas encontradas na molécula representada na figura e escreva o nome da principal interação desses grupos com a água.
- b) Escreva a equação da reação descrita no texto. Qual é o nome dessa reação?

12. (PUC-RJ) Aquecer uma gordura na presença de uma base consiste em um método tradicional de obtenção de sabão (sal de ácido graxo), chamado de saponificação.

Dentre as opções, a estrutura que representa um sabão é



13. (Fuvest-SP) Uma embalagem de sopa instantânea apresenta, entre outras, as seguintes informações: "Ingredientes: tomate, sal, amido, óleo vegetal, emulsificante, conservante, flavorizante, corante, antioxidante". Ao se misturar o conteúdo da embalagem com água quente, poderia ocorrer a separação dos componentes X e Y da mistura, formando duas fases, caso o ingrediente Z não estivesse presente. Assinale a alternativa em que X, Y e Z estão corretamente identificados.

	X	Y	Z
a)	água	amido	antioxidante
b)	sal	óleo vegetal	antioxidante
c)	água	óleo vegetal	antioxidante
x d)	água	óleo vegetal	emulsificante
e)	sal	água	emulsificante

14. (UFSC)

Vazamento de petróleo desafia a tecnologia no Golfo do México

Robôs, drenos e dispersantes são usados para tentar evitar desastre.

Quase um milhão de litros de óleo se espalham no mar por dia nos EUA.

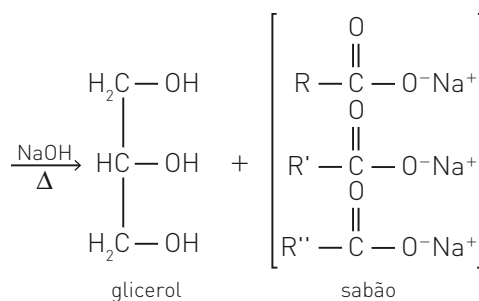
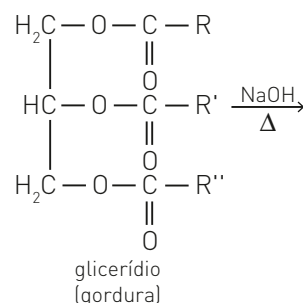
Às 22h do dia 20 de abril houve uma explosão no Golfo do México. Onze funcionários da empresa

British Petroleum ficaram desaparecidos no acidente. Desde então, formou-se uma corrida contra aquele que pode se tornar em breve o maior derramamento de óleo já ocorrido nos Estados Unidos, e um dos maiores da história – somando todas as manchas, a área é comparável ao tamanho de um país como Porto Rico.

Aviões jogam dispersantes sobre a mancha, perto de um milhão de litros até agora. É uma espécie de sabão... O óleo se dispersa na água e pode ser digerido por bactérias marinhas...

Disponível em: <<http://www.g1.globo.com/mundo/noticia/2010/05/vazamento-de-petroleo-desafia-tecnologia-no-golfo-do-mexico.html>>. Acesso em: 10 ago. 2010. (Adaptado)

Uma rota para se obter sabão pode ser assim representada:



Com base no texto e no esquema acima, assinale a(s) proposição(ões) correta(s).

- 01) Uma mistura de óleo e água é homogênea.
- 02) A mistura de dispersante e petróleo é biodegradável.
- 04) O petróleo é mais denso que a água do mar, por isso ele flutua e forma as manchas.
- 08) O petróleo é uma mistura de diversos compostos orgânicos a partir do qual se obtém, por exemplo, a gasolina e o álcool.
- 16) A partir da reação da gordura em meio básico sob aquecimento pode-se obter sabão.
- 32) Na molécula de glicerol temos a função orgânica éter. **02 e 16.**

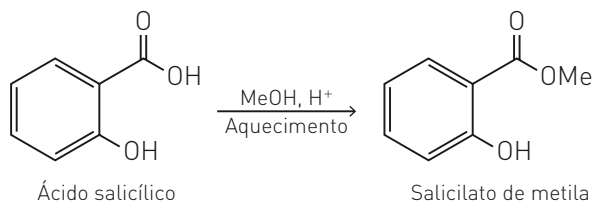
15. (Fatec-SP) A incorporação de saberes e de tecnologias populares como, por exemplo, a obtenção do sabão de cinzas, a partir de uma mistura de lixívia de madeira queimada com grandes quantidades de gordura animal sob aquecimento, demonstra que já se sabia como controlar uma reação química, cuja finalidade, neste caso, era produzir sabão.

De acordo com o conhecimento químico, o sabão de cinzas se forma mediante a ocorrência de reações químicas entre a potassa, que é obtida das cinzas, e os ácidos graxos presentes na gordura animal.

A palavra potassa é usada em geral para indicar o carbonato de potássio (K_2CO_3), que, em meio aquoso, sofre hidrólise. A produção do sabão é possível porque a hidrólise da potassa leva à formação de um meio fortemente

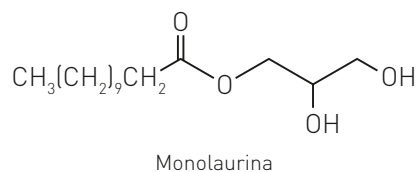
- a) ácido, promovendo a esterificação.
- b) ácido, promovendo a saponificação.
- c) alcalino, promovendo a esterificação.
- x d) alcalino, promovendo a saponificação.
- e) ácido, promovendo a hidrólise da gordura.

16. (UFPR) O salicilato de metila é um produto natural amplamente utilizado como analgésico tópico para alívio de dores musculares, contusões etc. Esse composto também pode ser obtido por via sintética a partir da reação entre o ácido salicílico e metanol, conforme o esquema abaixo:



A reação esquematizada é classificada como uma reação de:

- x a) esterificação.
 - b) hidrólise.
 - c) redução.
 - d) pirólise.
 - e) desidratação.
17. (UFJF/Pism-MG) Cerca de 50% da gordura do coco é composta pelo ácido láurico, principal ácido graxo de cadeia média, que no corpo humano reage com o propano-1,2,3-triol produzindo a monolaurina, um monoglicerídeo de ação antibacteriana, antiviral e antiprotzoária.



Analise a estrutura da monolaurina e assinale a alternativa que apresenta o tipo de reação necessária para a sua formação.

- a) Oxidação.
- b) Desidratação.
- c) Adição.
- d) Eliminação.
- x e) Esterificação.

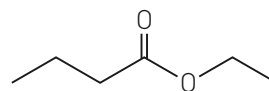
18. (FCMMG) No livro *Tio Tungstênio*, de Oliver Sacks, lê-se:

“Tínhamos uma pereira no quintal, e minha mãe fazia um néctar de pera bem consistente, no qual o aroma da fruta parecia mais intenso. Mas li que o aroma de pera também pode ser produzido artificialmente (como nas balas de pera), sem usar as frutas. Bastava começar um dos álcoois – etila, metila, amila ou outro – e destilá-lo com ácido acético para formar o éster correspondente. Surpreendi-me quando soube que algo tão simples como o acetato de etila podia ser responsável pelo complexo e delicioso aroma das peras.”

A fórmula da substância responsável pelo aroma de pera e os reagentes que a produziram são:

- x a) $CH_3COOC_2H_5 - CH_3COOH - CH_3CH_2OH$.
- b) $HCOOC_2H_5 - HCOOH - CH_3CH_2OH$.
- c) $CHO_3COOCH_3 - CH_3COOH - CH_3OH$.
- d) $HCOOCH_3 - HCOOH - CH_3OH$.

19. (UPF-RS) A seguir, está representada a estrutura do éster responsável pelo flavor de abacaxi.



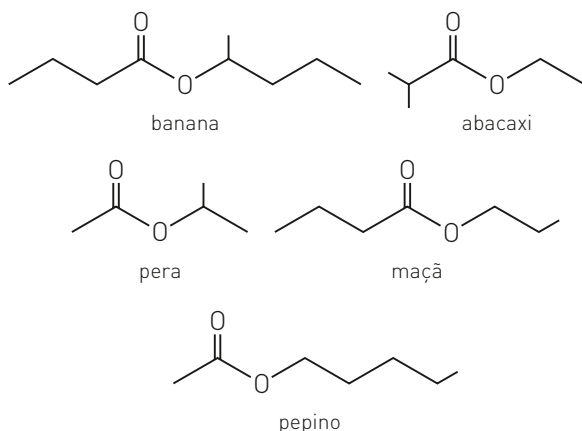
Marque a opção que indica corretamente os reagentes que podem ser usados para produzir esse éster via reação de esterificação catalisada por ácido.

- x a) $CH_3(CH_2)_2COOH + CH_3CH_2OH$
- b) $CH_3CH_2COOH + CH_3CH_2Cl$
- c) $CH_3CH_2CH_2CH_2OH + CH_3COOH$
- d) $CH_3(CH_2)_2COCH_3 + CH_3CH_2CH_2CH_3$
- e) $CH_3(CH_2)_2CHO + CH_3CH_2OH$

20. (UFRRJ) Quando paramos para ler os rótulos de alimentos, várias vezes encontramos o termo flavorizantes. Esse termo representa alguma substância química obtida artificialmente, que substitui o sabor e o odor original, geralmente de alguma fruta. A essência do abacaxi, por exemplo, é composta, principalmente, pelo butanoato de etila.

- Qual o ácido carboxílico que reage com o etanol para formar o butanoato de etila?
- Dê o nome do isômero de função do etanol.

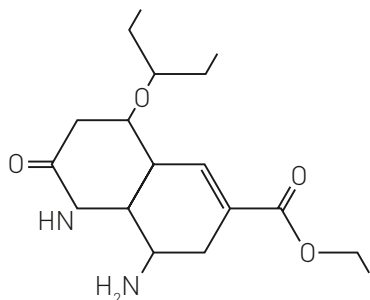
21. (Fuvest-SP) Em um experimento, alunos associaram os odores de alguns ésteres a aromas característicos de alimentos, como, por exemplo:



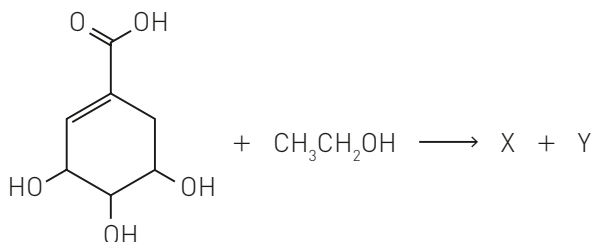
Analisando a fórmula estrutural dos ésteres apresentados, pode-se dizer que, dentre eles, os que têm cheiro de:

- maçã e abacaxi são isômeros.
- banana e pepino são preparados com álcoois secundários.
- pepino e maçã são heptanoatos.
- pepino e pera são ésteres do mesmo ácido carboxílico.
- pera e banana possuem, cada qual, um carbono assimétrico.

22. (Unifesp) O medicamento utilizado para o tratamento da gripe A (gripe suína) durante a pandemia em 2009 foi o fármaco antiviral fosfato de oseltamivir, comercializado com o nome Tamiflu®. A figura representa a estrutura química do oseltamivir.



Uma das rotas da síntese do oseltamivir utiliza como reagente de partida o ácido siquímico. A primeira etapa dessa síntese é representada na equação:

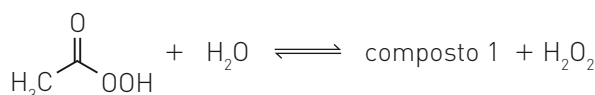


- Na estrutura do oseltamivir, identifique as funções orgânicas que contêm o grupo carbonila.
- Apresente a estrutura do composto orgânico produzido na reação do ácido siquímico com o etanol.

A hidrólise ácida de um éster origina um ácido e um álcool, enquanto a hidrólise alcalina origina um sal e um álcool. Com base nessas informações, responda às questões 23 e 24.

23. (Fuvest-SP) Uma das substâncias utilizadas em desinfetantes comerciais é o perácido de fórmula $\text{CH}_3\text{CO}_3\text{H}$.

A formulação de um dado desinfetante encontrado no comércio consiste em uma solução aquosa na qual existem espécies químicas em equilíbrio, como representado a seguir. (Nessa representação, a fórmula do composto 1 não é apresentada.)



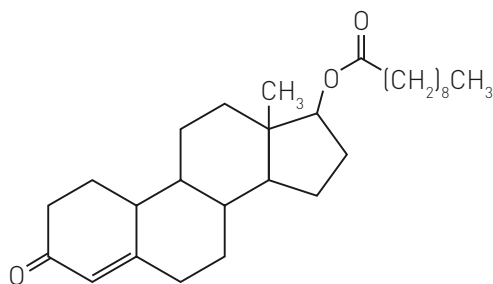
Ao abrir um frasco desse desinfetante comercial, é possível sentir o odor característico de um produto de uso doméstico. Esse odor é de:

- amônia, presente em produtos de limpeza, como limpa-vidros.
- álcool comercial, ou etanol, usado em limpeza doméstica.
- acetato de etila, ou etanoato de etila, presente em removedores de esmalte.
- cloro, presente em produtos alvejantes.
- ácido acético, ou ácido etanoico, presente no vinagre.

24. (Unicamp-SP) Um dos pontos mais polêmicos na Olimpíada de Beijing foi o *doping*. Durante os jogos foram feitos aproximadamente 4 600 testes, entre urinários e sanguíneos, com alguns casos de *doping* confirmados. O último a ser flagrado foi o de uma halterofilista ucraniana, cujo teste de urina

foi positivo para nandrolona, um esteroide anabolizante. Esse esteroide é comercializado na forma de decanoato de nandrolona (II), que sofre hidrólise, liberando a nandrolona no organismo.

a) Na estrutura abaixo, identifique com um círculo e nomeie os grupos funcionais presentes.



b) Complete a equação química da reação de hidrólise do decanoato de nandrolona, partindo da estrutura fornecida.

25. (Ifsul-RS) Os triglicerídeos são compostos orgânicos presentes na composição de óleos e gorduras vegetais.

A reação que permite a obtenção de triglicerídeos é denominada

- ☒ a) esterificação. c) saponificação.
☐ b) desidratação. d) neutralização.

26. (Enem)

A capacidade de limpeza e a eficiência de um sabão dependem de sua propriedade de formar micelas estáveis, que arrastam com facilidade as moléculas impregnadas no material a ser limpo. Tais micelas têm em sua estrutura partes capazes de interagir com substâncias polares, como a água, e partes que podem interagir com substâncias apolares, como as gorduras e os óleos.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (Coords.). *Química e sociedade*. São Paulo: Nova Geração, 2005 (adaptado).

A substância capaz de formar as estruturas mencionadas é:

- ☐ a) $C_{18}H_{36}$.
☒ b) $C_{17}H_{33}COONa$.
☐ c) CH_3CH_2COONa .
☐ d) $CH_3CH_2CH_2COOH$.
☐ e) $CH_3CH_2CH_2CH_2OCH_2CH_2CH_2CH_3$.

27. (PUC-RS) Analise as informações a seguir.

Segundo a SABESP, apenas um litro de restos de óleo vegetal originado da fritura de alimentos, ao ser jogado na pia, é capaz de poluir cerca de 20.000 litros de água dos rios. Isso gera a formação de filme flutuante, dificultando a troca gasosa e a oxigenação e, por conseguinte, impedindo a respiração e a fotossíntese.

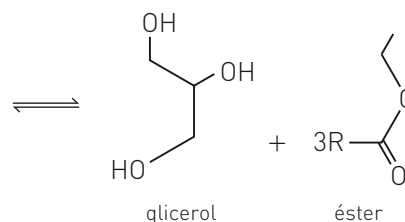
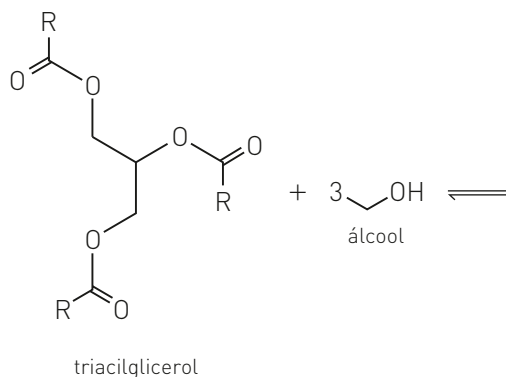
Por outro lado, a reação entre óleo de fritura e álcool pode gerar o biodiesel, que, adicionado ao diesel de petróleo, diminui o impacto ambiental desse combustível. Além disso, como subproduto, ocorre a formação de glicerina, que pode ser usada na produção de resinas alquídicas, aplicadas na fabricação de vernizes, tintas e colas.

Pela análise dessas informações, é correto afirmar que:

- ☐ a) o diesel de petróleo consiste em um ácido graxo.
☒ b) a reação entre um óleo comestível e um álcool origina ésteres.
☐ c) o óleo vegetal é constituído de substâncias orgânicas polares.
☐ d) a reação de formação do biodiesel tem por objetivo gerar ácidos graxos combustíveis.
☐ e) o óleo comestível é um conjunto de ácidos graxos que, ao ser aquecido no processo de fritura de alimentos, produz o biodiesel.

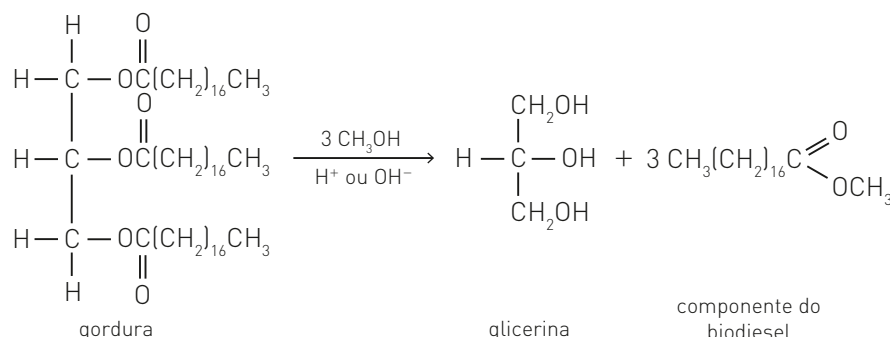
28. (Uerj) O biodiesel, constituído basicamente por um éster, é obtido a partir da reação entre um triacilglicerol e um álcool.

Analise o esquema:

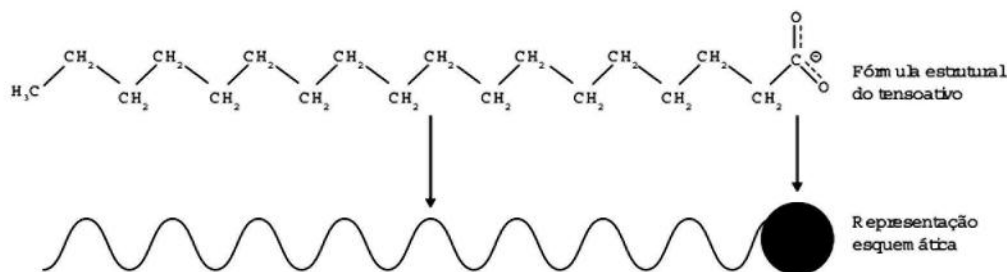


Industrialmente, para aumentar a produção de biodiesel, utiliza-se álcool em quantidade muito superior à proporção estequiométrica da reação. Com base no equilíbrio químico da reação, explique por que quantidades elevadas de álcool aumentam o rendimento do processo industrial. Indique, também, o nome oficial do éster que contém cinco átomos de carbono formado a partir do etanol.

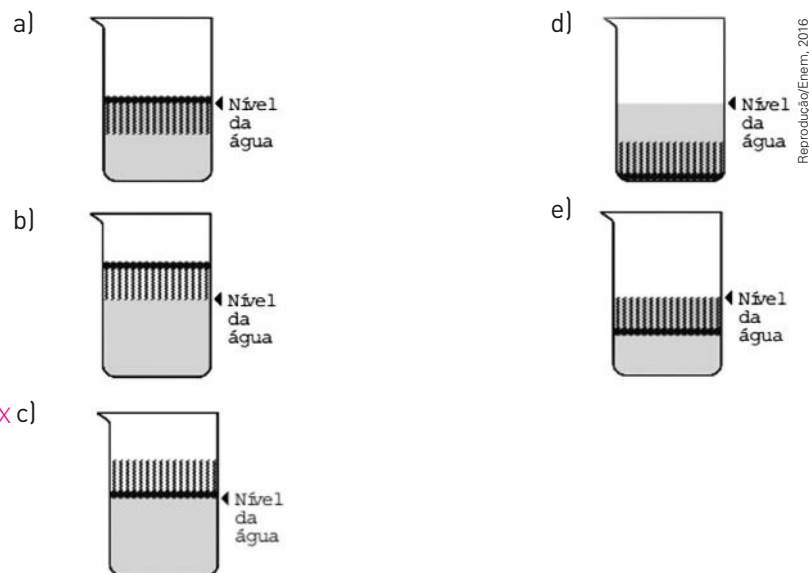
29. (UFJF-MG) O biodiesel é produzido a partir de óleos vegetais, novos ou usados, ou de gorduras animais, através do processo de transesterificação (ou alcoólise). A reação a seguir representa a transformação de uma gordura em uma mistura de glicerina e um componente do biodiesel.



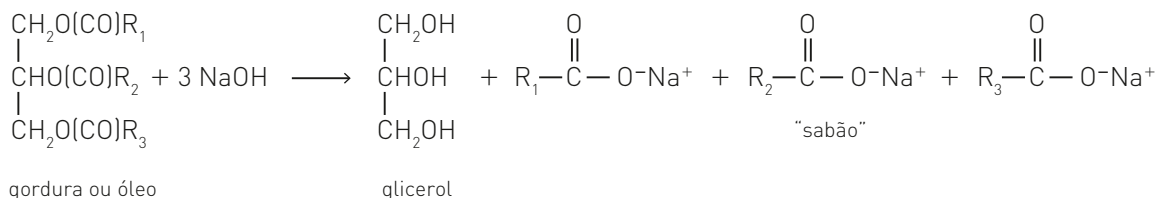
- a) Quantos átomos de carbono saturados possui a molécula de glicerina e qual a fórmula molecular do componente do biodiesel representado na figura?
- b) Qual a função química orgânica presente em ambas as moléculas de gordura e biodiesel? Qual a massa molar do componente do biodiesel representado na figura?
- c) A hidrólise da molécula do componente do biodiesel apresentado, em presença de NaOH, irá gerar um composto utilizado na limpeza. Qual a fórmula estrutural dessa substância?
- d) Dê a fórmula estrutural de um isômero plano funcional do componente do biodiesel dado na figura.
30. (Enem) Os tensoativos são compostos capazes de interagir com substâncias polares e apolares. A parte iônica dos tensoativos interage com substâncias polares, e a parte lipofílica interage com as apolares. A estrutura orgânica de um tensoativo pode ser representada por:



Ao adicionar um tensoativo sobre a água, suas moléculas formam um arranjo ordenado. Esse arranjo é representado esquematicamente por:



31. (UFPR) Por milhares de anos, o sabão foi preparado aquecendo-se a mistura de gordura animal com cinzas vegetais. As cinzas vegetais contêm carbonato de potássio, o que torna a solução básica. Os métodos comerciais modernos de fabricação de sabão envolvem aquecimento de gordura ou óleo em solução aquosa de hidróxido de sódio e adição de cloreto de sódio para precipitar o sabão, que depois de seco é prensado em barras. Esse processo é exemplificado abaixo:



Com base nessas informações e nos estudos químicos, responda às seguintes questões:

- Qual o nome da reação de transformação de gordura ou óleo (triacilglicerídeos) em sabão?
- A que função orgânica pertencem as moléculas representando o "sabão" na equação acima?

32. (UPE) Analise a charge a seguir:



[Disponível em: <http://www.quimica.com.br/revista/qd414>]

A ideia vinculada à personagem e ao material da parte central da figura se associa ao desenvolvimento de um processo para a produção de uma mistura de:

- alcanos isoméricos, derivados do petróleo, com altos índices de octanagens.
 - ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos, a partir de fontes vegetais.
 - hidrocarbonetos aromáticos usados como munição para armas de fogo.
 - triglicerídeos de fontes vegetais para o tratamento de feridos de guerras.
 - proteínas explosivas de sementes de plantas oleaginosas, como o milho.
33. (Unicamp-SP) Recentemente encontrou-se um verdadeiro "fatberg", um *iceberg* de gordura com cerca de 15 toneladas, nas tubulações de esgoto de uma região de Londres. Esse "fatberg", resultado do descarte inadequado de gorduras e óleo usados em frituras, poderia ser reaproveitado na produção de:
- sabão, por hidrólise em meio salino.
 - biodiesel, por transesterificação em meio básico.
 - sabão, por transesterificação em meio salino.
 - biodiesel, por hidrólise em meio básico.

Desafiando seus conhecimentos

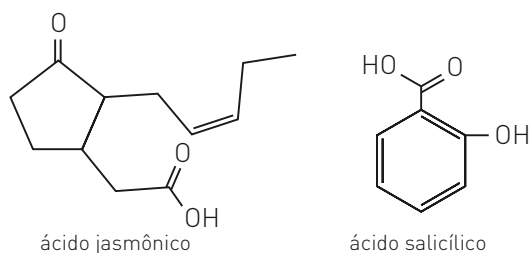
(UFJF-MG) O enunciado a seguir deve ser utilizado para responder às questões 1 a 5.

Muitas substâncias químicas são responsáveis pelo odor exalado (agradável ou não) por frutas, flores e animais. O quadro abaixo mostra alguns exemplos.

Composto	Fórmula estrutural	Odor
etilamina	I $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{NH}_2 \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	peixe
3-metilbutano-1-tiol	II $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{SH} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	gambá
butanoato de etila	III $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_2\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{C}_2\text{H}_5$	abacaxi
acetato de benzila	IV $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_5$	jasmim

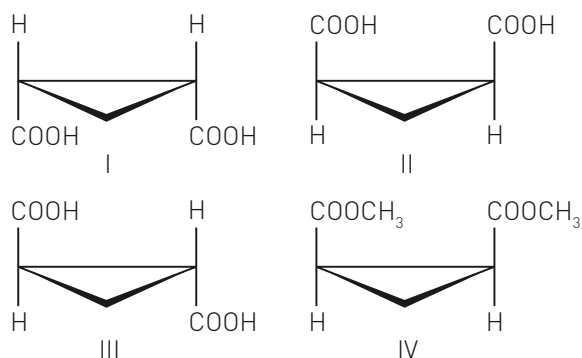
- Quais são as funções orgânicas dos compostos I e III?
- O ácido caproico é um ácido carboxílico de cadeia carbônica normal e isômero do butanoato de etila. Seu odor é o característico das cabras. Escreva a fórmula estrutural desse ácido e qual é o tipo de isomeria entre os dois compostos mencionados.
- Numere a cadeia carbônica do composto II e classifique os átomos de carbono números 2, 3 e 4 em primário, secundário, terciário ou quaternário.
- Os ésteres, que podem ser obtidos a partir da reação entre os ácidos carboxílicos e os álcoois, podem ser utilizados como essências artificiais. A partir dessa informação, como seria possível transformar o odor desagradável do ácido etanoico (odor de vinagre) em essência de jasmim? Escreva a equação química.
- Escreva a fórmula estrutural de um isômero da etilamina.

6. (UFRJ) Descobertas recentes revelam que várias espécies de plantas possuem um sistema de defesa químico contra o ataque de insetos, através do qual a planta produz substâncias voláteis capazes de atrair predadores desses insetos. O ácido jasmônico e o ácido salicílico são exemplos dessas "armas químicas".



Essas substâncias ficam armazenadas nas células das plantas e, somente no momento do ataque, são convertidas enzimaticamente no éster metílico correspondente, que é então liberado para a atmosfera. Escreva a fórmula estrutural, na representação em bastão, do éster metílico formado a partir do isômero geométrico trans do ácido jasmônico.

7. (PUC-MG) Considerando os compostos representados abaixo:



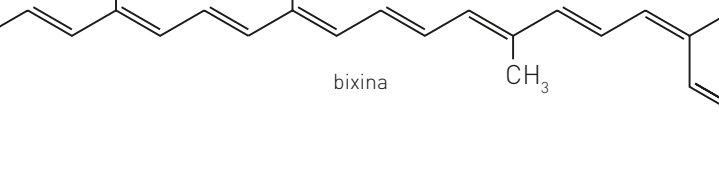
- A) I e II são isômeros geométricos.
 B) III pode reagir com bicarbonato de sódio promovendo liberação de CO_2 .
 C) IV pode ser formado pela reação de II com metanol em meio ácido.
 D) I pode ser formado a partir de IV por uma reação de hidrólise ácida.

São verdadeiras as afirmativas:

- a) B e C apenas.
 b) A e D apenas.
 x c) B, C e D apenas.
 d) A, B, C e D.

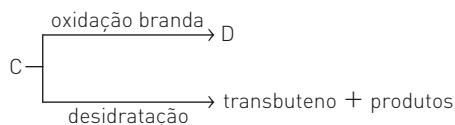
- CC(=O)Oc1ccccc1C(=O)O>[H+]>Cc1ccccc1C(=O)O.CC(=O)O

e) II, III e IV.

- 
- bixina
- norbixina

- $$A + H_2O \xrightleftharpoons{H^+} \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + C$$

Após a separação dos produtos, o composto C foi submetido a uma oxidação branda, produzindo o composto D. A análise do composto revelou que D era uma cetona com 4 átomos de carbono. Em um outro experimento, o composto C sofreu desidratação, fornecendo transbuteno e outros produtos.



Escreva as estruturas em bastão dos compostos C, D e do isômero geométrico do transbuteno.

11. (Unifesp)

figura 1

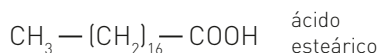
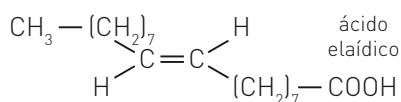
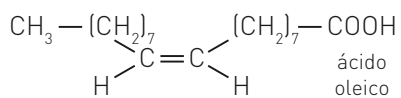
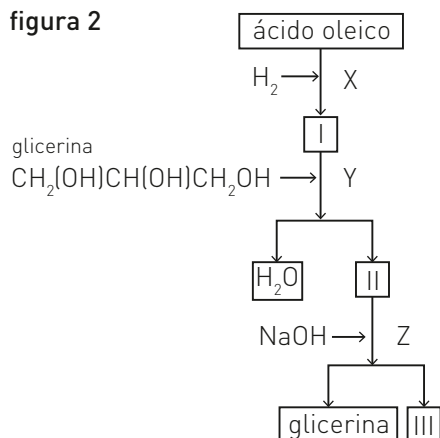


figura 2

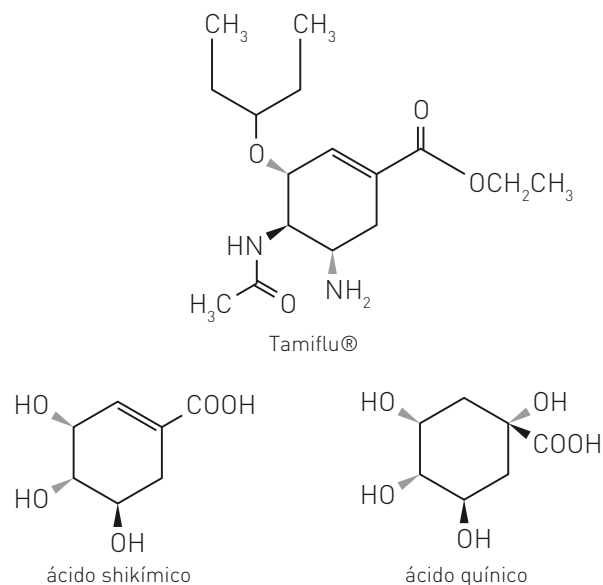


A figura 2 mostra um diagrama com reações orgânicas X, Y e Z, produtos I, II e III e o ácido oleico como reagente de partida, sob condições experimentais adequadas.

A reação de saponificação e o éster formado são, respectivamente,

- a) X e II. c) Y e III. x e) Z e II.
b) Y e I. d) Z e I.

12. (UFJF-MG) O Tamiflu é uma droga potente contra o vírus *influenza* e tem sido usado no combate ao vírus H5N1, responsável pela gripe aviária. A síntese do Tamiflu utiliza, como materiais de partida, o ácido quínico ou o ácido shikímico, os quais podem ser obtidos a partir de certas plantas. Com base nas estruturas desses compostos, representadas a seguir, pede-se:



- Qual a fórmula molecular do ácido quínico e que tipo de reação permitiria a transformação do ácido quínico no ácido shikímico?
- Quais os nomes das duas funções nitrogenadas existentes nesse composto?
- Defina o conceito de carbono assimétrico (quiral). Quantos átomos de carbono assimétrico existem na estrutura do ácido shikímico?
- Represente a equação química da hidrólise básica do Tamiflu®. Considere apenas a reação no grupo funcional éster desse composto.

13. (Ufes) O óleo obtido das sementes de diversos vegetais, principalmente da mamona, está sendo usado para a fabricação do biodiesel. Analise as afirmativas a seguir sobre os óleos vegetais.

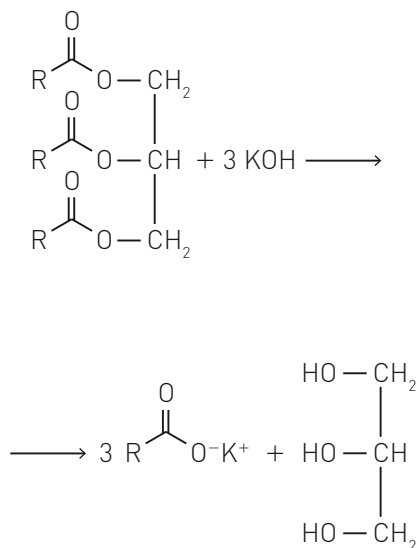
- São formados basicamente por ésteres de ácidos graxos saturados com o glicerol.
- É chamada de saponificação a reação do óleo com metóxido de sódio em metanol.
- Durante a extração de óleos vegetais, é comum extrair também colesterol, que é uma substância lipossolúvel.
- São formados por triglicerídeos, que, perante hidrólise alcalina, levam à formação de sais de ácidos carboxílicos de cadeia longa e propano-1,2,3-triol.

V. Sofrem reações de hidrogenação catalítica ou adição de Br_2 .

São corretas apenas:

- a) I e II. d) III e V.
b) II e III. **x** e) IV e V.
c) II e IV.

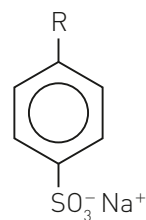
14. (UFPE) Saponificação é o nome dado para a reação de hidrólise de ésteres graxos (óleos e gordura) na presença de uma base forte:



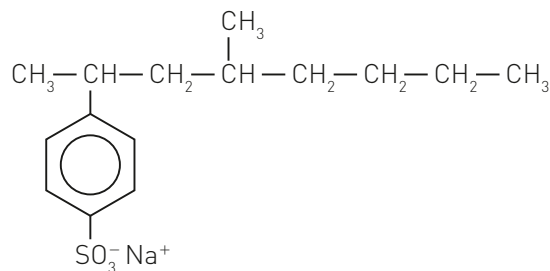
A partir da equação química de saponificação, classifique as afirmações em verdadeiras ou falsas.

- V I. Um dos produtos da saponificação é o sal de um ácido carboxílico de cadeia carbonílica (R—) longa.
V II. Os sais de ácidos carboxílicos de cadeia longa formam micelas em meio aquoso e, por isso, são utilizados como produto de limpeza.
VIII. Um segundo produto da reação de saponificação é a glicerina (triol).
V IV. A glicerina pode ser utilizada como produto de partida para a preparação de explosivos (trinitroglicerina).
F V. Os ácidos carboxílicos de cadeia longa também formam micelas e, por isso, são solúveis em meio aquoso, assim como os respectivos sais.
15. (UnB-DF) Os detergentes sintéticos atuam da mesma forma que os sabões na limpeza de utensílios de cozinha. A diferença está na estrutura molecular. Enquanto os sabões são sais de ácidos carboxílicos de cadeia longa e linear, os detergentes sintéticos apresentam a fórmula geral mostrada a seguir.

O problema da poluição associada ao despejo de detergentes no sistema de esgotos e, em consequência, nos rios e lagos, levou os químicos a sintetizarem detergentes biodegradáveis. Experiências demonstraram que, para um detergente ser degradado no ambiente pela ação de micro-organismos, é necessário que a cadeia de átomos de carbono (representada por R na estrutura anterior) seja longa e linear. Com o auxílio dessas informações, julgue os seguintes itens.

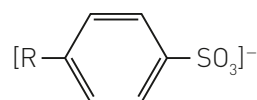


- V** a) Os sabões são biodegradáveis.
F b) O detergente sintético representado abaixo é biodegradável.



- F** c) A reação do ácido propanoico com uma base forte produz sabão e água.
V d) A similaridade de atuação entre os sabões e os detergentes é explicada pela extremidade polar de uma cadeia apolar.
16. (UEL-PR) A limpeza dos pratos após as refeições é feita com substâncias denominadas surfatantes. Essas substâncias, que aumentam a solubilidade de uma substância em outra, apresentam, em suas moléculas, uma parte polar e outra parte apolar e interagem com moléculas polares ou apolares. Os sabões e os surfatantes possibilitam que substâncias não polares, como óleos e graxas, se solubilizem e sejam removidas pela água. A diferença entre o sabão e o surfatante comum é que o primeiro é um sal derivado de um ácido graxo e o segundo, do ácido sulfônico. Com base no texto e nos conhecimentos sobre o tema, considere as afirmativas a seguir.

- I. A fórmula molecular de um sabão é $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COONa}$. No processo de limpeza, a parte do sabão que se liga à água é $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}^-$.
II. O ânion



pode ser um constituinte do surfatante.

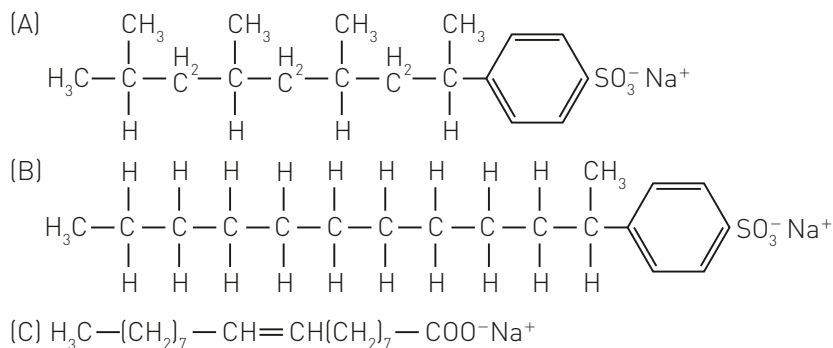
III. A tensão superficial da água é aumentada pela adição de um surfatante.

IV. O estearato de sódio, sal típico do sabão, é o produto da reação de hidrólise de um éster, em meio básico.

Estão corretas apenas as afirmativas:

- a) I e II. d) I, II e III.
 x b) II e IV. e) I, III e IV.
 c) III e IV.

17. (Fatec-SP) As estruturas A, B e C representam moléculas orgânicas.

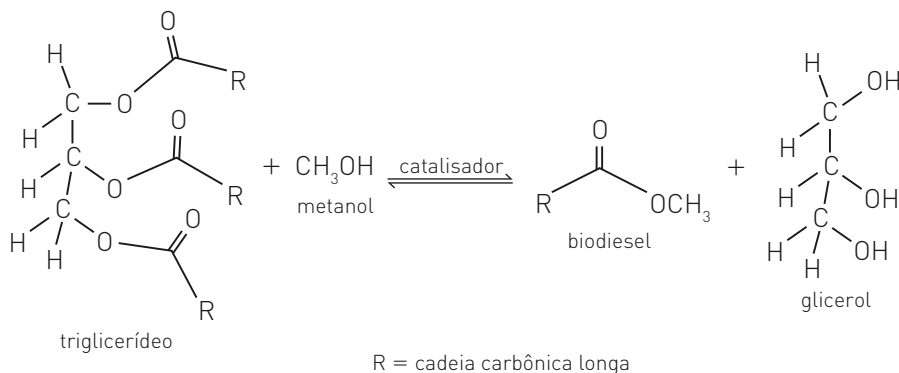


Com relação aos compostos representados, afirma-se:

- I. As estruturas (A) e (B) representam isômeros.
 II. (A) representa um detergente não degradável; (B) representa um outro biodegradável; (C) é a estrutura de um sabão.
 III. Detergentes são tensoativos, aumentam a tensão superficial da água e também a sua capacidade umectante.
 Dessas afirmações,

- x a) somente a I e a II estão corretas.
 b) somente a I e a III estão corretas.
 c) está correta apenas a III.
 d) está correta apenas a I.
 e) somente a II e a III estão corretas.

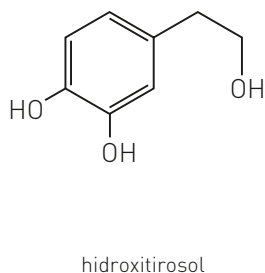
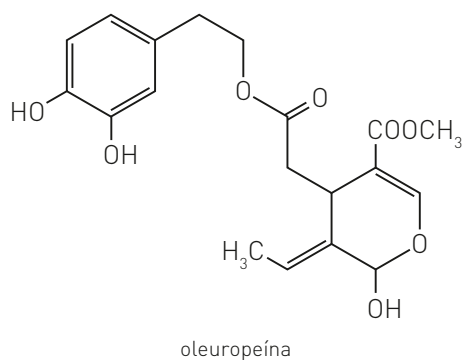
18. (UFF-RJ) A produção de biocombustíveis, como, por exemplo, o biodiesel, é de grande importância para o Brasil. O governo faz ampla divulgação dessas substâncias, pois tem o domínio tecnológico de sua preparação, além de ser um combustível de fonte renovável. O biodiesel pode ser obtido a partir de triglicerídeos de origem vegetal e, atualmente, até de óleo de cozinha. Uma das reações de obtenção do biodiesel pode ser assim escrita:



Considere as alternativas e indique a correta.

- I. O triglicerídeo da reação é um triéster.
 - II. Os números que tornam a equação balanceada são: 1 : 3 : 1 : 1.
 - III. Na estrutura apresentada para o biodiesel, considerando R uma cadeia saturada, identifica-se um átomo de carbono com hibridização sp^2 .
 - IV. O glicerol é um poliálcool.
 - V. Na molécula do glicerol existe apenas um carbono assimétrico.
- a) I, II e III, apenas.
 - b) I, III e IV, apenas.
 - c) I, IV e V, apenas.
 - d) II, IV e V, apenas.
 - e) III, IV e V, apenas.

19. (Fasm-SP) A oleuropeína é o composto fenólico mais abundante presente nas folhas da oliveira. A partir dessa substância, produz-se o hidroxitirosol, um poderoso antioxidante ortodifenólico, responsável por grande parte dos benefícios atribuídos ao azeite de oliva extravirgem.



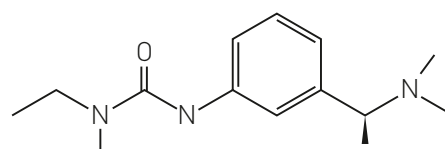
O hidroxitirosol e um segundo álcool podem ser obtidos por hidrólise ácida da oleuropeína.

- a) Indique duas funções orgânicas presentes na molécula de oleuropeína, além da função fenol.
- b) Escreva a fórmula molecular do hidroxitirosol e escreva a fórmula estrutural do segundo álcool que pode ser obtido a partir da hidrólise ácida da oleuropeína.

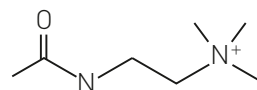
20. (FCMSCSP)

Até o momento, não existe cura para a doença de Alzheimer. Acredita-se que parte dos sintomas da doença decorre de alterações em uma substância presente no cérebro chamada acetilcolina, encontrada em quantidades reduzidas em pacientes com a doença. Um modo possível de tratar a doença é utilizar medicações que inibam a acetilcolinesterase (AChE), enzima que hidrolisa a acetilcolina. A rivastigmina é um dos medicamentos usado nos caso de demências leve e moderada.

(<http://abraz.org.br>. Adaptado.)



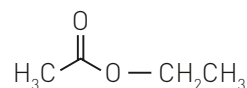
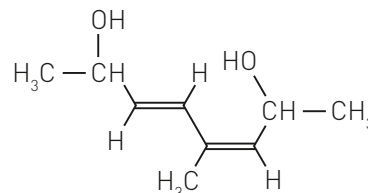
rivastigmina



acetilcolina

- a) A partir da análise de estrutura da rivastigmina, identifique o tipo de isomeria que ela apresenta. Justifique sua resposta.
- b) Escreva as fórmulas estruturais dos dois produtos orgânicos formados na reação de hidrólise da acetilcolina por ação da AChE.

21. (UEM-PR) Considerando os compostos abaixo, assinale o que for correto.



- 01) O composto I é um enol.
- 02) O composto I apresenta isomeria *trans* para a ligação dupla entre os carbonos 5 e 6 da cadeia principal.
- 04) O composto II pode ser formado por uma reação de esterificação entre ácido etanoico e metanol, com liberação de uma molécula de água.

08) O composto I deve possuir maior ponto de ebulição do que II.

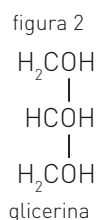
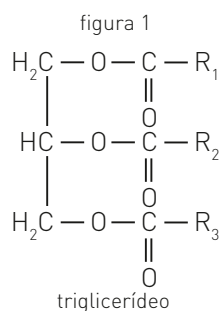
16) O nome, segundo a IUPAC, do composto I, sem especificações de isomerismo, é 4-metil-octa-3,5-dien-2,7-diol.

02, 08 e 16.

22. (Unifesp) O azeite de oliva é considerado o óleo vegetal com sabor e aroma mais refinado. Acredita-se que ele diminui os níveis de colesterol no sangue, reduzindo os riscos de doenças cardíacas. Suspeita-se que algumas empresas misturem óleos de amendoim, milho, soja e outros, mais baratos, com o azeite de oliva, para aumentar seus lucros. Os triglicerídeos diferem uns dos outros em relação aos tipos de ácidos graxos e à localização no glicerol. Quando um triglicerídeo é formado a partir de dois ácidos linoleicos e um ácido oleico, temos o triglicerídeo LLO. No azeite de oliva, há predominância do OOO e no óleo de soja, do LLL. Como os triglicerídeos são característicos de cada tipo de óleo, sua separação e sua identificação tornam possível a análise para detectar possíveis adulterações do azeite. Na tabela, são apresentados os ácidos graxos mais comuns.

Ácido	Número de átomos de carbono	Número de ligações C=C
palmítico	16	0
esteárico	18	0
oleico	18	1
linoleico	18	2

Nas tecnologias para substituição dos derivados do petróleo por outras fontes de energias renováveis, o Brasil destaca-se no cenário internacional pelo uso do etanol e, mais recentemente, do biodiesel. Na transesterificação, processo de obtenção do biodiesel, ocorre uma reação entre um óleo e um álcool na presença de catalisador, tendo ainda como subproduto a glicerina. Observe a figura 2.



Quando são utilizados o etanol e o triglicerídeo LLL, na transesterificação, os produtos orgânicos formados apresentam os grupos funcionais

- x a) álcool e éster.
b) álcool e éter.
c) álcool e ácido carboxílico.
d) ácido carboxílico e éster.
e) ácido carboxílico e éter.

23. (UCS-RS)

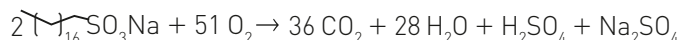
A utilização de feromônios é uma estratégia fundamental para a sobrevivência da maioria dos insetos. Dentre os representantes desta classe, as abelhas constituem talvez um dos mais fascinantes exemplos de como esses mensageiros químicos podem ser utilizados não só para comunicação, mas também para moldar o comportamento dos indivíduos e controlar as atividades da colmeia. Os feromônios de alarme, por exemplo, são usados quando as abelhas sentem-se em perigo, especialmente por ameaças em movimento. O mecanismo de alarme acontece em duas etapas. Primeiramente, as glândulas mandibulares liberam uma quantidade de feromônios que alertam o restante da colmeia; quando a abelha ataca, as glândulas do ferrão liberam uma quantidade ainda maior de feromônio, que incitam o restante da colmeia a atacar a mesma região. Dentre as substâncias orgânicas presentes na mistura que constitui o feromônio de alerta estão o etanoato de butila e o butan-1-ol, entre outros.

Disponível em: <<http://aspiracoesquimicas.net/2014/08/feromonios-e-a-quimica-das-abelhas.html/>>.
Acesso em: 20 ago. 15. (Adaptado.)

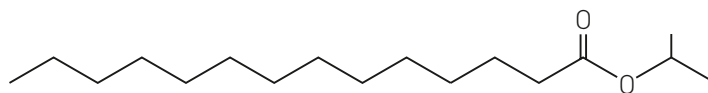
Em relação às substâncias orgânicas mencionadas acima, assinale a alternativa correta.

- a) O etanoato de butila é um isômero funcional do butan-1-ol.
x b) O etanoato de butila pode ser obtido por meio da reação de esterificação entre o butan-1-ol e o ácido etanoico, catalisada por ácido sulfúrico concentrado.
c) O butan-1-ol é um monoálcool de cadeia carbônica aberta, ramificada e heterogênea.
d) O etanoato de butila é um éster que apresenta dois isômeros ópticos ativos.
e) O produto principal da reação de oxidação do butan-1-ol com permanganato de potássio, na presença de ácido sulfúrico, é a butan-2-ona.

24. (UEG-GO) O esquema a seguir representa a reação de um sal orgânico com o oxigênio. Considerando a estequiometria da reação e as características químicas dos reagentes e produtos, julgue as afirmações posteriores.



- F a) O dióxido de carbono é uma molécula polar com ligações polares.
 F b) 15,2 g de oxigênio consomem 10 gramas do sal orgânico.
 V c) O sal orgânico pode ser utilizado na fabricação de detergentes biodegradáveis.
 F d) A reação produz um sal inorgânico que, quando puro e dissolvido em água, formará uma solução de caráter básico.
25. (Vunesp-SP) A fórmula representa a estrutura do miristato de isopropila, substância amplamente empregada na preparação de cosméticos, como cremes, loções, desodorantes e óleos para banho.



miristato de isopropila

Essa substância é obtida pela reação entre ácido mirístico de alta pureza e álcool isopropílico.

Escreva o nome da função orgânica à qual pertence o miristato de isopropila e as fórmulas estruturais do ácido mirístico e do álcool isopropílico. Em seguida, utilizando essas fórmulas, escreva a equação, completa e balanceada, da reação pela qual é obtido o miristato de isopropila.

26. (Unifesp) Alimentos funcionais são alimentos que, além de suprir as necessidades diárias de carboidratos, proteínas, vitaminas, lipídios e minerais, contêm substâncias que ajudam a prevenir doenças e a melhorar o metabolismo e o sistema imunológico. O quadro a seguir apresenta dois compostos funcionais investigados pela ciência.

Alimentos	Componentes ativos	Propriedades
sálvia, uva, soja, maçã	ácido tânico (tanino)	ação antioxidante, antisséptica e vaso constritora
sardinha, salmão, atum, truta	ômega-3 (ácido alfa-linolênico)	redução do colesterol e ação anti-inflamatória

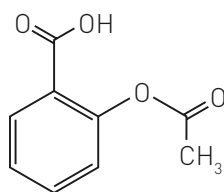
(<http://ainfo.cnptia.embrapa.br>. Adaptado.)

- a) Em relação à molécula de tanino, qual é o grupo funcional que une os anéis aromáticos ao anel não aromático e qual é o grupo funcional que confere características ácidas a esse composto?
- b) Escreva a equação química da reação entre o ácido alfa-linolênico e o metanol.

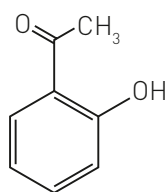
27. (Enem) A descoberta dos organismos extremófilos foi uma surpresa para os pesquisadores. Alguns desses organismos, chamados de acidófilos, são capazes de sobreviver em ambientes extremamente ácidos. Uma característica desses organismos é a capacidade de produzir membranas celulares compostas de lipídeos feitos de éteres em vez dos ésteres de glicerol, comuns nos outros seres vivos (mesófilos), o que preserva a membrana celular desses organismos mesmo em condições extremas de acidez. A degradação das membranas celulares de organismos não extremófilos em meio ácido é classificada como:

- X a) hidrólise.
 b) termólise.
 c) eterificação.
 d) condensação.
 e) saponificação.

28. (UFJF/Pism-MG) O ácido acetilsalicílico (AAS) e o salicilato de metila são fármacos muito consumidos no mundo. O primeiro possui ação analgésica, antitérmica, anticoagulante entre outras, enquanto o segundo possui ação analgésica. Estes dois princípios ativos podem ser preparados facilmente em laboratório através de uma reação conhecida como esterificação de Fisher.



Ácido acetilsalicílico

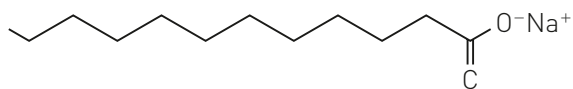


Salicilato de metila

- Escreva a reação química de esterificação em meio ácido do ácido 2-hidroxibenzoico com metanol. Qual dos dois fármacos citados acima foi produzido nesta síntese?
- Escreva a reação de hidrólise em meio ácido do AAS.
- Indique uma forma na qual o equilíbrio pode ser deslocado para aumentar o rendimento da síntese do produto formado no item a.
- Escreva a reação de dissociação do AAS em água.

29. (UEG-GO) A remoção de gordura em utensílios domésticos é feita por ação mecânica, entretanto, a ação dos sabões facilita o processo de remoção

de sujeiras gordurosas. Um exemplo de uma molécula de sabão é o dodecanoato de sódio, cuja estrutura química está mostrada a seguir:



O papel do sabão no processo de limpeza ocorre devido à:

- X a)** interação de van der Waals da parte apolar e à ligação de hidrogênio da parte polar de sua molécula, respectivamente, com a gordura e a água.
- b)** redução do pH do meio, possibilitando a solubilização da gordura na água.
- c)** diminuição da densidade da água, facilitando a precipitação das moléculas de gordura, que serão removidas por centrifugação.
- d)** tensão superficial da água que é elevada e que possibilita a formação de espuma que remove a sujeira.

30. (IFBA)

A indústria têxtil e algumas *startups* têm preparado invenções para facilitar a vida e têm investido na nanotecnologia. Já inventaram de tudo... o tecido que não amassa e resiste à sujeira, a camisa que não cheira mal mesmo depois de um longo e suarento dia de trabalho (tecido de algodão recoberto com nanopartículas de prata, que matam os micróbios e combatem o cheiro de suor) etc. A camisa que não mancha (não importa o que você derrama sobre ela – água, refrigerante, ou mesmo *ketchup* –, o produto simplesmente rola para longe da roupa), inventada pelo estudante de São Francisco (EUA) Aamir Patel, é feita a partir de um material com milhares de milhões de partículas de sílica ligadas às fibras a um nível microscópico. Geralmente esse tipo de camisa é feita com nanotecnologia hidrofóbica. Isso significa que não importa o que você espirre nela, ela nunca vai ficar manchada.

O processo de limpeza dessa camisa ocorre devido à interação da fibra do tecido com as moléculas do sabão. Esse tipo de limpeza resulta da ação química desses produtos, dado que suas moléculas possuem:

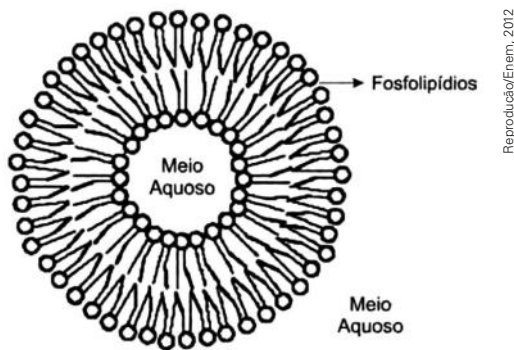
- a) uma parte com carga, que se liga à sujeira, cujas moléculas são polares; e uma parte apolar, que se liga à água, cuja molécula é apolar.
- x b) uma parte apolar, que se liga à sujeira, cujas moléculas são apolares; e uma parte com carga, que se liga à água, cuja molécula é polar.**
- c) uma parte apolar, que se liga à sujeira, cujas moléculas são polares; e uma parte com carga, que se liga à água, cuja molécula é apolar.

- d) uma parte com carga, que se liga à sujeira, cujas moléculas são apolares; e uma parte apolar, que se liga à água, cuja molécula é polar.
- e) baixa interação, já que a camisa possui propriedade hidrofóbica, ou seja, nunca será possível lavá-la.

31. (Enem) Para lavar e refrescar o ambiente, que estava a 40 °C, uma pessoa resolveu jogar água sobre um piso de granito. Ela observou que o líquido se concentrou em algumas regiões, molhando parcialmente a superfície. Ao adicionar detergente sobre essa água, a pessoa verificou que o líquido se espalhou e deixou o piso totalmente molhado. A molhabilidade da superfície foi melhorada em função da:

- a) solubilidade do detergente em água ser alta.
- x b) tensão superficial da água ter sido reduzida.
- c) pressão de vapor da água ter sido diminuída.
- d) densidade da solução ser maior que a da água.
- e) viscosidade da solução ser menor que a da água.

32. (Enem) Quando colocados em água, os fosfolipídios tendem a formar lipossomos, estruturas formadas por uma bicamada lipídica, conforme mostrado na figura. Quando rompida, essa estrutura tende a se reorganizar em um novo lipossomo.



[Disponível em: <http://course1.winona.edu>. Acesso em: 1 mar. 2012 (adaptado).

Esse arranjo característico se deve ao fato de os fosfolipídios apresentarem uma natureza:

- a) polar, ou seja, serem inteiramente solúveis em água.
- b) apolar, ou seja, não serem solúveis em solução aquosa.
- c) anfotérica, ou seja, podem comportar-se como ácidos e bases.
- d) insaturada, ou seja, possuírem duplas-ligações em sua estrutura.
- x e) anfílica, ou seja, possuírem uma parte hidrofílica e outra hidrofóbica.

33. (UFSC)

Produção de biodiesel gerou mais de R\$ 2 bi para agricultura familiar (28/03/2013 11:25 – Portal Brasil)

A venda de matéria-prima para produção de biocombustíveis movimentou mais de R\$ 2 bilhões para a agricultura familiar brasileira na safra 2011/2012, de acordo com os dados informados pela indústria do biodiesel. O número equivale às transações realizadas por meio do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), executado pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), que atende aproximadamente 105 mil famílias de agricultores em todo o País. [...] O incentivo às empresas produtoras de biodiesel para comprar matéria-prima do agricultor familiar amplia sua área de atuação.

Segundo o último levantamento feito pela coordenação nacional do programa, quase dois milhões de toneladas de matérias-primas foram adquiridas da agricultura familiar para a produção de biodiesel. A soja é a oleaginosa mais comercializada, representando 96% das transações, seguida por mamona e dendê.

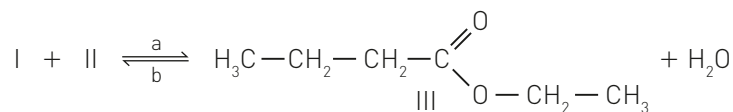
Disponível em: <www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2013/03/28/producao-de-biodiesel-gerou-mais-de-r-2-bi-para-agricultura-familiar> [Adaptado]. Acesso em: 2 set. 2013.

Com base no texto e nos conhecimentos sobre origem e uso de combustíveis e biocombustíveis, assinale a(s) proposição(ões) correta(s).

- 01) No Brasil, a utilização de biodiesel ainda é considerada experimental e sua comercialização, pura ou em misturas, é proibida.
- 02) O biodiesel consiste em uma mistura de ésteres produzidos a partir de ácidos graxos.
- 04) A combustão de biocombustíveis em veículos automotores reduz a quantidade de gases com capacidade de originar a chuva ácida, como SO_2 e NO_2 .
- 08) O etanol pode ser obtido a partir da esterificação de óleos vegetais, como o óleo de soja ou o óleo de dendê.
- 16) Biocombustíveis, como biodiesel, podem ser produzidos a partir de matéria-prima vegetal, como a soja.
- 32) A queima de combustíveis fósseis, como os derivados de petróleo e o carvão mineral, não produz quantidades significativas de gases associados ao efeito estufa, contrastando com o processo de queima de biocombustíveis como o biodiesel e o etanol.

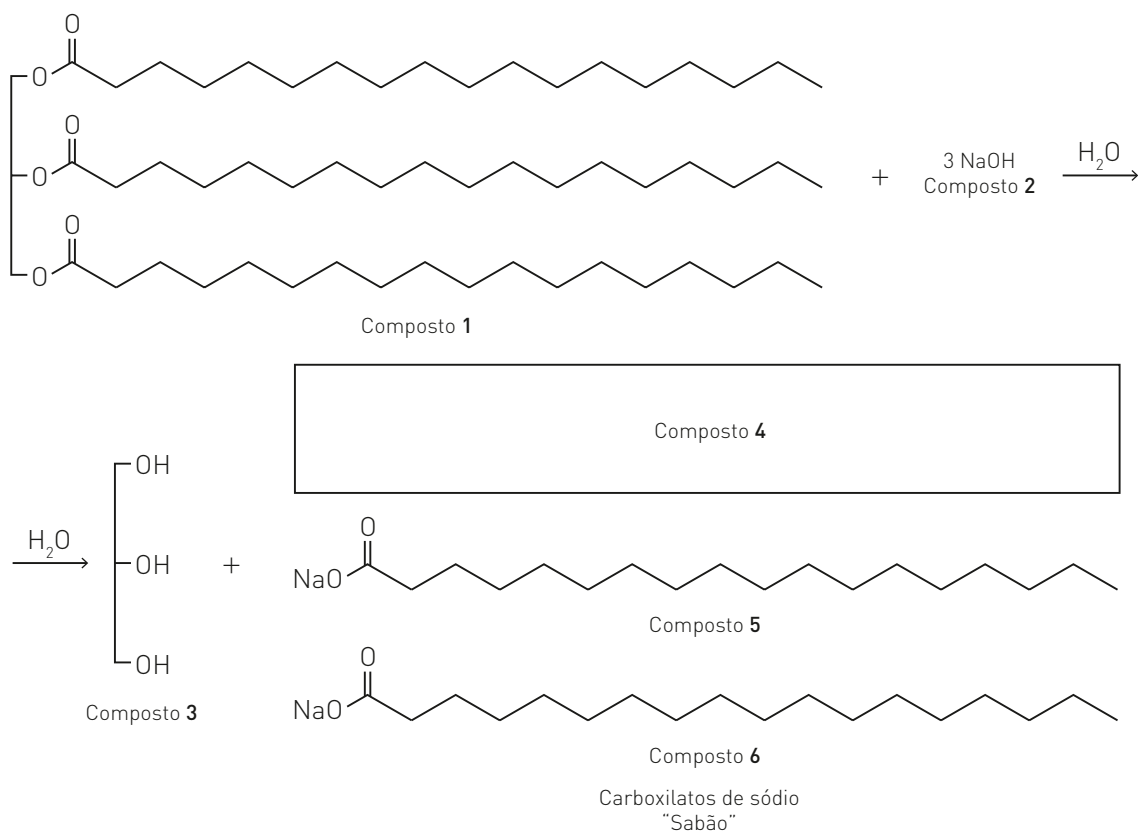
02, 04 e 16.

34. (UFSC) Os ésteres são utilizados como essências de frutas e aromatizantes na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética. Considere a reação entre um ácido carboxílico (I) e um álcool (II), de acordo com o esquema reacional abaixo, formando o éster representado pela estrutura III, que possui aroma de abacaxi e é usado em diversos alimentos e bebidas:



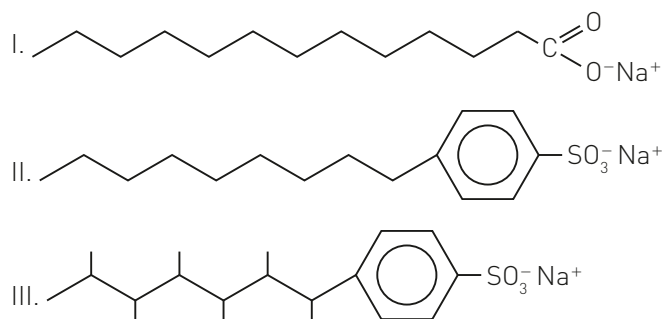
Sobre o assunto, é correto afirmar que:

- 01) o composto I possui dois átomos de hidrogênio ionizáveis, o que o classifica como um ácido poliprótico.
 02) o composto I é o ácido etanoico.
 04) o composto II é o butan-1-ol.
 08) o composto III é isômero de função do ácido hexanoico.
 16) a reação que ocorre no sentido indicado pela letra "a" é denominada esterificação, ao passo que a reação que ocorre no sentido indicado por "b" é uma hidrólise.
 32) a adição do composto I ou II em excesso favorecerá a reação no sentido indicado pela letra "b", deslocando o equilíbrio da reação para a esquerda.
- 08 e 16
35. (Ufes) A reação esquematizada abaixo exemplifica a formação do sabão a partir de um triacilglicerol na presença de NaOH. Essa reação é a maneira pela qual muitos sabões são fabricados.



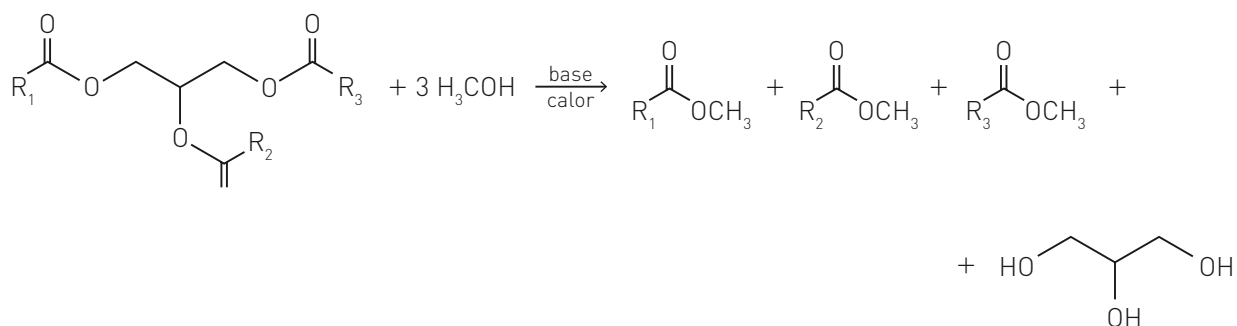
- a) Determine quantos carbonos primários, secundários, terciários e quaternários, respectivamente, o composto 1 apresenta.
 b) Escreva o nome sistemático (IUPAC) dos compostos 2 e 3.
 c) Identifique o tipo de reação química que ocorre na formação dos compostos 3, 4, 5 e 6 a partir dos compostos 1 e 2.
 d) Escreva a função química a que pertence o composto 1.
 e) Escreva a estrutura química e a fórmula molecular do composto 4.

36. [EBM-SP] Os compostos químicos que constituem o sabão e os detergentes conseguem interagir com substâncias polares e apolares, o que contribui para a limpeza de objetos e superfícies. A diferença entre esses dois materiais está na estrutura molecular das substâncias químicas constituintes, sendo que o sabão é formado por sais de ácidos carboxílicos de cadeia longa – estrutura I – e os detergentes, geralmente, são produzidos a partir de sais derivados de ácidos sulfônicos de cadeia longa – estruturas II e III. Além disso, o tipo de cadeia carbônica do composto orgânico influencia na decomposição da substância química por micro-organismos, sendo os compostos orgânicos representados por I e II biodegradáveis e o composto III não biodegradável.



Com base nessas informações e nas estruturas desses compostos químicos, é correto afirmar:

- a) A parte hidrófoba do sabão representado em I associa-se a moléculas de água por ligações de hidrogênio.
- ✗ b) O composto químico representado em II apresenta como parte hidrófila a extremidade polar representada por SO_3^- .
- c) A existência da cadeia carbônica ramificada na estrutura do detergente contribui para a decomposição da substância química por micro-organismos.
- d) O hidrogênio do benzeno, matéria-prima para a fabricação dos detergentes, é substituído por um radical alquil representado por C_{12}H_2 na estrutura III.
- e) A substância química representada em I é obtida pela reação entre o ácido decanoico, $\text{C}_9\text{H}_{19}\text{COOH}$ (aq) e a solução aquosa de cloreto de sódio, NaCl (aq).
37. [Enem] Um dos métodos de produção de biodiesel envolve a transesterificação do óleo de soja utilizando metanol em meio básico (NaOH ou KOH), que precisa ser realizada na ausência de água. A figura mostra o esquema reacional da produção de biodiesel, em que R representa as diferentes cadeias hidrocarbônicas dos ésteres de ácidos graxos.



A ausência de água no meio reacional se faz necessária para:

- a) manter o meio reacional no estado sólido.
- b) manter a elevada concentração do meio reacional.
- c) manter constante o volume de óleo no meio reacional.
- d) evitar a diminuição da temperatura da mistura reacional.
- ✗ e) evitar a hidrólise dos ésteres no meio reacional e a formação de sabão.

38. (Enem) O biodiesel não é classificado como uma substância pura, mas como uma mistura de ésteres derivados dos ácidos graxos presentes em sua matéria-prima. As propriedades do biodiesel variam com a composição do óleo vegetal ou gordura animal que lhe deu origem, por exemplo, o teor de ésteres saturados é responsável pela maior estabilidade do biodiesel frente à oxidação, o que resulta em aumento da vida útil do biocombustível. O quadro ilustra o teor médio de ácidos graxos de algumas fontes oleaginosas.

Fonte Oleaginosa	Teor médio do ácido graxo (% em massa)					
	Mirístico (C14:0)	Palmitico (C16:0)	Esteárico (C18:0)	Oleico (C18:1)	Linoleico (C18:2)	Linolênico (C18:3)
Milho	< 0,1	11,7	1,9	25,2	60,6	0,5
Palma	1,0	42,8	4,5	40,5	10,1	0,2
Canola	< 0,2	3,5	0,9	64,4	22,3	8,2
Algodão	0,7	20,1	2,6	19,2	55,2	0,6
Amendoim	< 0,6	11,4	2,4	48,3	32,0	0,9

MA, F.; HANNA, M. A. "Biodiesel Production: a review". *Bioresource Technology*, Londres, v. 70, n. 1 jan. 1999 (adaptado).

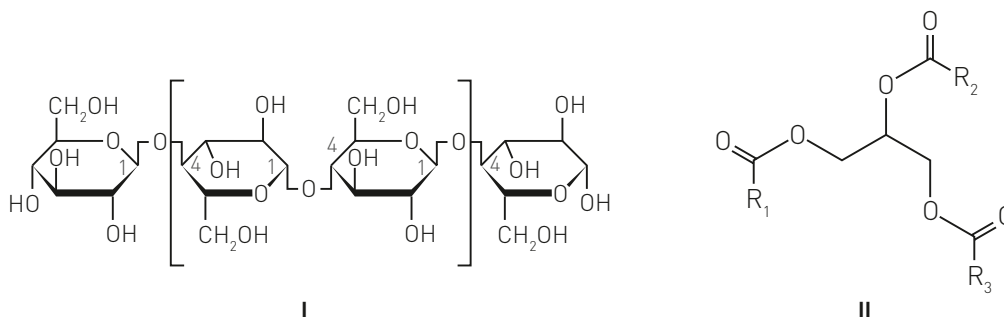
Qual das fontes oleaginosas apresentadas produziria um biodiesel de maior resistência à oxidação?

- a) Milho. **x** b) Palma. c) Canola. d) Algodão. e) Amendoim.
39. (UPE) A busca por combustíveis alternativos tem sido motivada por fatores ambientais, econômicos e sociais. Nesse contexto, destaca-se o uso de biocombustíveis, ou seja, de produtos úteis para a geração de energia, que sejam obtidos, total ou parcialmente, a partir de biomassa. A tabela abaixo mostra os principais exemplos desses combustíveis.

Combustível	Matéria-prima	Processo de obtenção	Composição química
Carvão vegetal	Madeira	Pirólise	Carbono
Álcool	Açúcares (glicose, amido, celulose, etc.)	Fermentação anaeróbica	Etanol
Biogás	Todo tipo de biomassa	Fermentação anaeróbica	Hidrocarbonetos leves
Biogás de síntese	Biomassa em geral	Gaseificação	Mistura gasosa, essencialmente CO e H ₂
Biodiesel	Óleos e gorduras	Esterificação ou transesterificação	Mono ésteres de ácidos graxos
Bio-óleo	Óleos e gorduras	Craqueamento ou hidrocrackeamento	Mistura de hidrocarbonetos e compostos oxigenados

[Disponível em: <http://qnint.sbq.org.br/qni/visualizarTema.php?idTema=30>. Adaptado.]

As substâncias representadas a seguir se relacionam diretamente com esses biocombustíveis.



Sobre as relações existentes entre I e II com os biocombustíveis mostrados na tabela, é correto afirmar que:

- a) I sofre hidrocrackeamento para produzir bio-óleo.
- b) I e II são os principais constituintes químicos do bio-óleo.
- ✗ c) II sofre transesterificação para produzir os constituintes do biodiesel.
- d) I é a principal matéria-prima para a produção dos seis biocombustíveis apresentados.
- e) II é o principal tipo de constituinte das matérias-primas usadas para a produção de C_8H_{18} por fermentação anaeróbica.

40. (Fuvest-SP) A preparação de um biodiesel, em uma aula experimental, foi feita utilizando-se etanol, KOH e óleo de soja, que é constituído principalmente por triglicerídeos. A reação que ocorre nessa preparação de biodiesel é chamada transesterificação, em que um éster reage com um álcool, obtendo-se um outro éster. Na reação feita nessa aula, o KOH foi utilizado como catalisador.

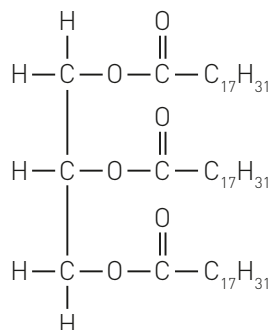
O procedimento foi o seguinte:

- 1ª etapa: Adicionou-se 1,5 g de KOH a 35 mL de etanol, agitando-se continuamente a mistura.
- 2ª etapa: Em um erlenmeyer, foram colocados 100 mL de óleo de soja, aquecendo-se em banho-maria, a uma temperatura de 45 °C. Adicionou-se a esse óleo de soja a solução de catalisador, agitando-se por mais 20 minutos.
- 3ª etapa: Transferiu-se a mistura formada para um funil de separação, e esperou-se a separação das fases, conforme representado na figura abaixo.



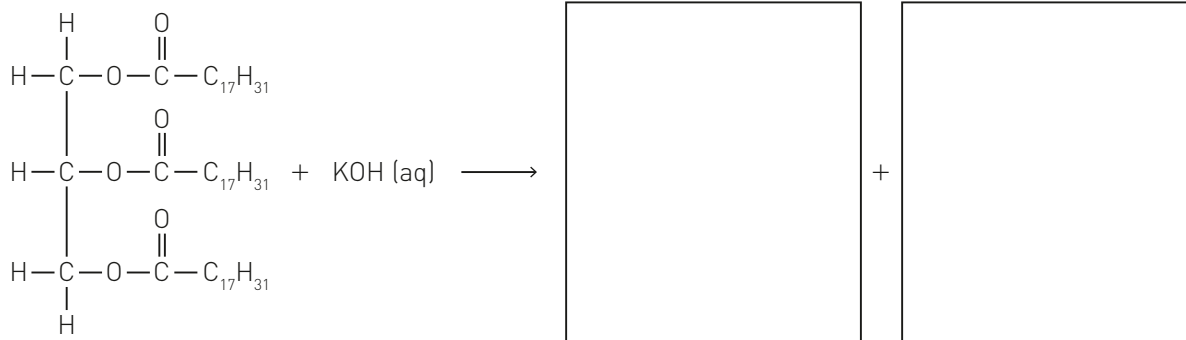
Reprodução/Fuvest, 2015

- a) Toda a quantidade de KOH empregada no procedimento descrito se dissolveu no volume de etanol empregado na primeira etapa? Explique, mostrando os cálculos.
- b) Considere que a fórmula estrutural do triglicerídeo contido no óleo de soja é a mostrada a seguir.



Escreva a fórmula estrutural do biodiesel formado.

- c) Se, na primeira etapa desse procedimento, a solução de KOH em etanol fosse substituída por um excesso de solução de KOH em água, que produtos se formariam? Responda, completando o esquema a seguir com as fórmulas estruturais dos dois compostos que se formariam e balanceando a equação química.



Dado: solubilidade do KOH em etanol a 25 °C = 40 g em 100 mL.

Alcoólise

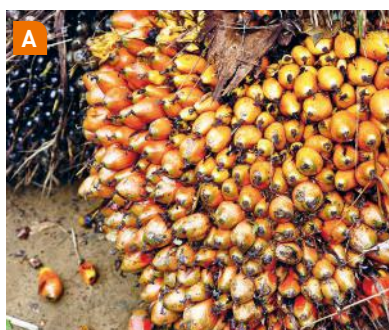
A alcoólise, também conhecida por transesterificação, é uma reação entre um álcool e um éster, produzindo um éster e um álcool diferentes.

A reação de alcoólise de óleos vegetais ou gorduras animais (triglicerídeos) com álcoois produz um éster, conhecido como biodiesel, e a glicerina (glicerol).

Segundo a Lei nº 11 097, de 13 de janeiro de 2005, biodiesel é um “biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou [...] para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil”.

O biodiesel pode substituir total ou parcialmente o óleo diesel obtido do petróleo em motores ciclo *diesel* automotivo (caminhões, tratores, caminhonetes, automóveis, etc.) ou estacionários (geradores de eletricidade, calor, etc.). É utilizado puro ou misturado ao diesel em diversas proporções. A mistura de 2% de biodiesel ao *diesel* de petróleo é chamada de B2, e assim sucessivamente, até o biodiesel puro, denominado B100. Para a produção do biodiesel são utilizados os seguintes processos: craqueamento, esterificação e transesterificação. A transesterificação é o processo mais utilizado atualmente.

Rubens Chaves/Pulsar Imagens



Thinkstock/Getty Images



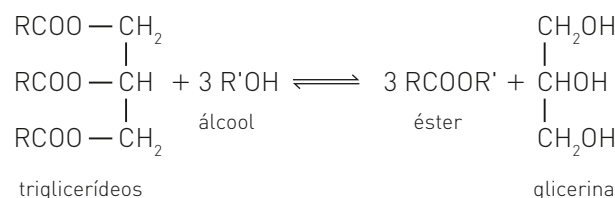
Palé Zuppani/Pulsar Imagens



// O biodiesel é um combustível biodegradável obtido de fontes renováveis, por exemplo, óleos vegetais extraídos de plantas conhecidas como oleaginosas: dendê (A), girassol (B), soja, mamona, babaçu (C), amendoim, algodão, entre outras; ou gorduras animais (sebo) e óleos residuais (óleo de cozinha usado).

Transesterificação

A reação de transesterificação de óleos vegetais ou gorduras animais (triglicerídeos) com álcoois produz um éster, semelhante ao diesel de petróleo, e um novo álcool. A esse tipo de transesterificação foi atribuído o termo alcoólise. A reação de alcoólise se inicia pela mistura do óleo vegetal com um álcool (metanol ou etanol) na presença de um catalisador e pode ser representada pela equação:

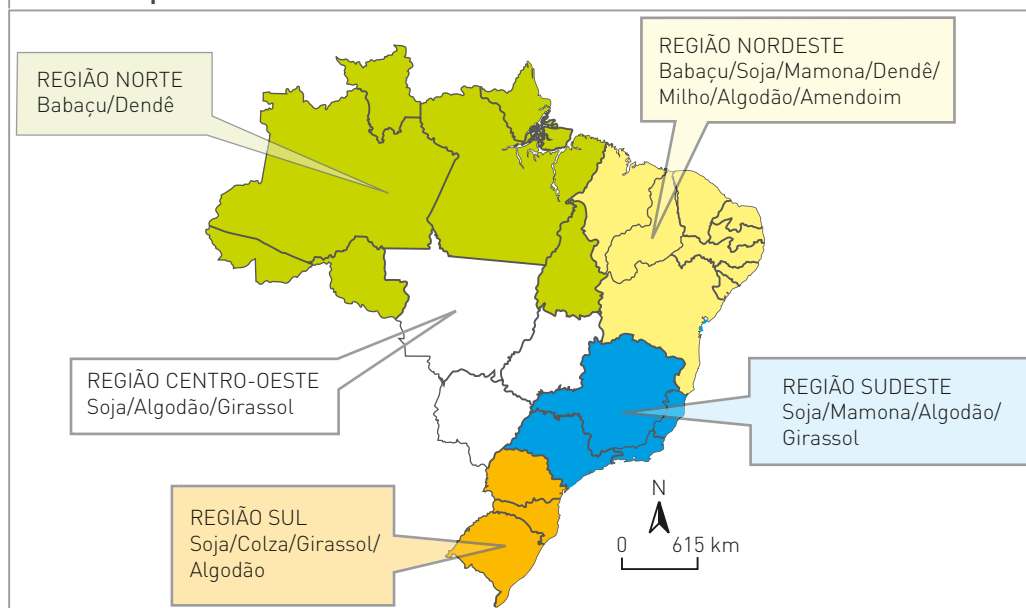


// Reação de transesterificação de triglicerídeos com álcool.

Além do biodiesel (éster) e da glicerina (triálcool) de alto valor agregado, empregada na indústria farmacêutica e de cosméticos, a cadeia produtiva do biodiesel gera uma série de outros coprodutos (torta, farelo, etc.) que podem agregar valor e constituir-se em outras fontes de renda importantes para os produtores.

No Brasil, a produção do biodiesel é vantajosa em função da possibilidade do cultivo de oleaginosas sem afetar a produção e a oferta de alimentos, o que é assegurado, em parte, pela dimensão continental do território brasileiro.

Matérias-primas do biodiesel



Alexandre Silva/Arquivo da editora

// No mapa estão indicadas, por regiões, as principais matérias-primas que podem ser utilizadas para produzir o biodiesel.

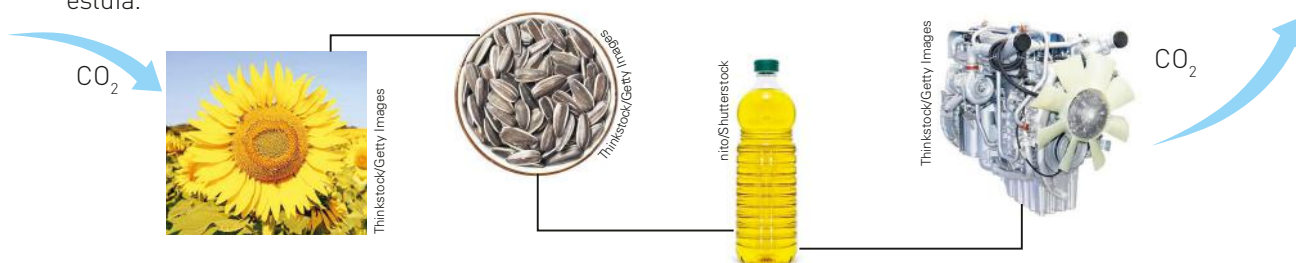
O programa brasileiro de utilização de biodiesel foi aprovado em 2004. Desde 2005, a adição de 2% (B2) de biodiesel a todo o *diesel* consumido no país é autorizada pelo Governo Federal. A partir de 2008, a mistura passou a ser compulsória. Atualmente, o *diesel* vendido nos postos em todo o Brasil possui 5% de biodiesel e 95% de *diesel* (B5), mas essas frações crescerão rapidamente nos próximos anos.

O biodiesel contribui na redução das emissões de gases do efeito estufa, de enxofre e de material particulado (fumaça preta). Ao mesmo tempo, melhora a lubrificação e a potência dos motores veiculares. A produção desse combustível em escala industrial representa economia de petróleo.

Referências eletrônicas:

- <<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/quimica/esterificacao-e-transesterificacao-conheca-as-caracteristicas-dessas-reacoes.htm>>;
- <<http://www.petrobras.com.br>>;
- <<http://www.biodiesel.gov.br/>>.

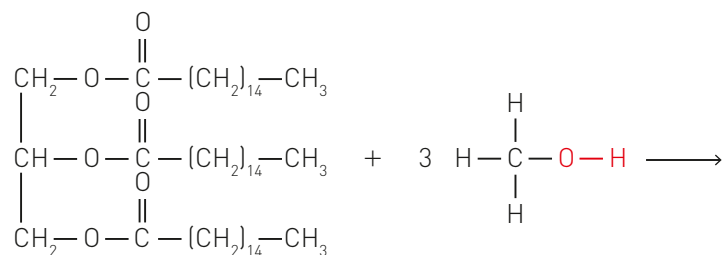
1. Entre as oleaginosas que podem ser utilizadas para produzir o biodiesel, quais as mais plantadas na região do Brasil em que você vive?
2. Com base no esquema a seguir, escreva um pequeno texto, comparando a utilização do biodiesel e do *diesel* obtido do petróleo e justificando por que o biodiesel contribui para a redução das emissões de gases do efeito estufa.



3. Escreva um pequeno texto explicativo sobre produção e consumo do biodiesel e cite dois usos para o subproduto obtido na sua fabricação. Se achar conveniente, baseie seu texto no esquema a seguir:



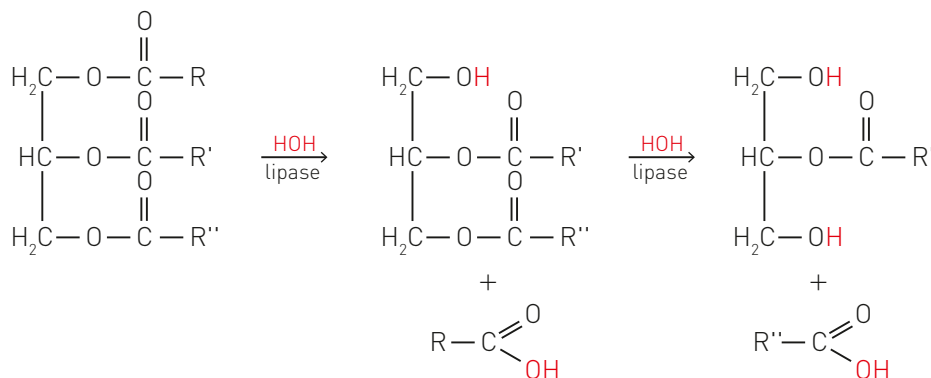
4. Equacione a reação entre o acetato de metila e o etanol, que produz o acetato de etila e o metanol, indicando a quais funções pertencem os reagentes e os produtos.
5. Complete a equação que representa a reação de produção do biodiesel:



Olestra

Quando os óleos e as gorduras ingeridos atingem o intestino delgado dos seres humanos, os sais constituintes da bÍlis emulsificam as grandes moléculas que compõem os óleos e as gorduras, separando-as em glóbulos menores (micelas), e as mantêm separadas. Dessa maneira, amplia-se a superfície de contato dos óleos e das gorduras, aumentando o seu contato com a enzima denominada lipase, o que resulta em uma digestão mais rápida dos lipídios.

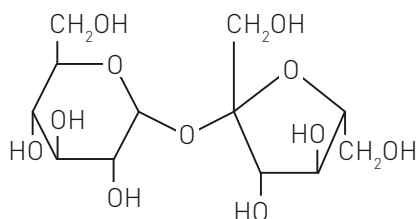
A ação da lipase, hidrolisando os triglicérides, pode ser representada pelas equações:



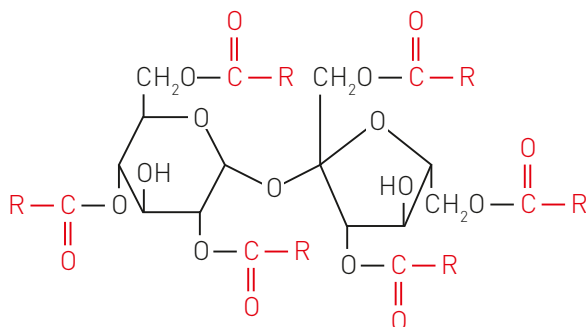
Os produtos finais são metabolizados pelo organismo, produzindo energia. Em média, um triglicéride produz 37 kJ por grama.

Atualmente, existe uma mistura de compostos formados pela reação de ácidos graxos com a sacarose, denominada olestra, que é um material oleoso, com aspecto e sabor semelhantes aos do óleo de cozinha, mas que não é metabolizado pelo organismo humano.

Para que você entenda o funcionamento do olestra, é necessário primeiro estudar a estrutura da sacarose:



Os grupos —OH da sacarose podem reagir com 6, 7 ou até 8 ácidos graxos (R—COOH).



olestra com 6 dos 8 grupos —OH da sacarose esterificados



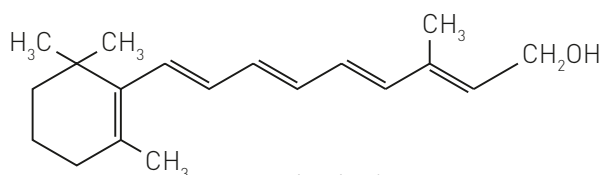
Reprodução/Arquivo da editora

// A diferença estrutural entre o olestra com oito grupos derivados de ácidos graxos e um triglicérido explica por que o olestra não sofre hidrólise catalisada pela lipase.

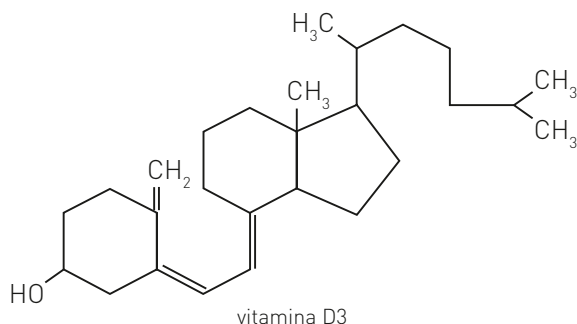
As moléculas do olestra não são “reconhecidas” pela lipase. Essa enzima não consegue se “encaixar” nas moléculas do olestra, portanto o olestra não sofre hidrólise e não é metabolizado.

Da mesma forma, a sacarase, enzima que catalisa a hidrólise da sacarose, não “reconhece” o olestra. Assim, ele não é metabolizado, sendo excretado pelo organismo.

O olestra é um produto que pode substituir o óleo de cozinha sem acrescentar nenhuma caloria à dieta. Porém, pode causar problemas, uma vez que os óleos e as gorduras são os responsáveis pela dissolução e pelo aproveitamento das vitaminas lipossolúveis, como as vitaminas A, D, E e K.



vitamina A



vitamina D3

Com o uso do olestra, a absorção dessas vitaminas é inibida. Por esse motivo, os produtos alimentícios preparados com olestra devem receber adição das vitaminas A, D, E e K.

Outro problema relacionado ao uso do olestra é a possibilidade de causar cólicas abdominais e diarreia, com a eliminação de fezes oleosas em um pequeno número de pessoas.

No entanto, o olestra pode tornar-se um aliado importante para pessoas obesas ou com problemas cardíacos que desejam manter em sua dieta alimentos preparados com óleo.

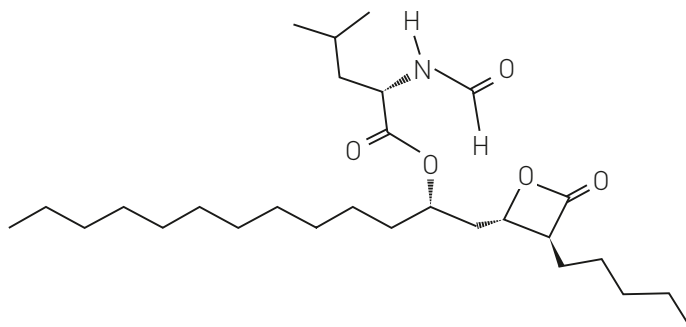
// Dez gramas de batata preparados com olestra fornecem 26 kcal. A mesma quantidade de batata, quando preparada com óleo comum de cozinha, fornece 150 kcal.



Thinkstock/Getty Images

Reflita

1. Quais as funções orgânicas presentes nas micelas produzidas pela hidrólise dos triglicéridos pela lipase?
2. Qual a principal vantagem do olestra em relação aos triglicérides?
3. As vitaminas A, D, E e K são classificadas como lipossolúveis ou hidrossolúveis? Justifique.
4. O orlistat, princípio ativo de um medicamento indicado sob prescrição médica para o tratamento a longo prazo de pacientes obesos, é um potente inibidor específico da lipase. Sua fórmula estrutural está representada ao lado.
Qual a diferença de ação no organismo entre essa substância e o olestra?



Atividade prática

Produzindo sabão

Na Roma antiga, era costume religioso oferecer animais em homenagem aos deuses. Esses animais eram sacrificados e queimados. A parte gordurosa da carne escorria e misturava-se às cinzas da madeira usada na queima, ricas em sais de sódio (Na^+) e potássio (K^+), formando uma massa de cor escura. Casualmente, descobriu-se que essa massa podia ser usada para a lavagem de tecidos. Hoje em dia, sabe-se que não só as gorduras produzem sabões, mas também os óleos vegetais, e que, embora possam ser usadas as cinzas vegetais, estas podem ser substituídas, com vantagem, pelo hidróxido de sódio (NaOH) ou outras substâncias alcalinas.

Uma grande vantagem do sabão caseiro é que ele permite o reaproveitamento do óleo de cozinha. Geralmente descartado na rede de esgoto, ele contamina o lençol freático, mares e rios, além de intoxicar animais e plantas aquáticas. Em contato com a água do mar, reage emitindo metano, o que agrava o problema do aquecimento global.

Seguindo as instruções abaixo, você pode utilizar o óleo que seria descartado na sua casa, após filtrá-lo (com coador de café, por exemplo), para produzir um sabão eficiente e ecologicamente correto.

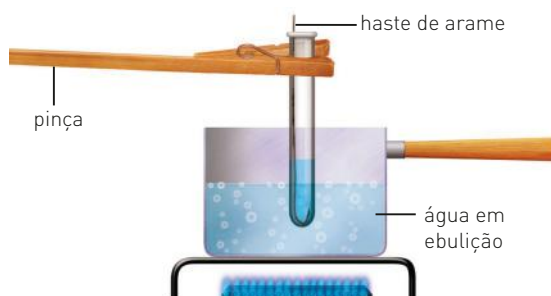
Material

- hidróxido de sódio
- óleo comestível (soja, milho, oliva, etc.)
- panela de alumínio
- tubo de ensaio grande
- 2 tubos de ensaio pequenos
- haste de arame com uma extremidade recurvada
- pinça de madeira
- água
- copo de vidro
- relógio ou cronômetro
- pó de giz
- detergente
- sabão
- luvas
- balança elétrica

Adquira o hidróxido de sódio em um supermercado ou em uma loja de material de construção. Seu nome comercial é soda cáustica.

Procedimento

Usando luvas e sob a orientação do professor ou de um técnico de laboratório, pese 10 g de hidróxido de sódio em uma balança elétrica e dissolva-os em 50 mL de água.



Marcos Aurélio/
Arquivo da editora



Atenção:
o hidróxido de
sódio é corrosivo.



Siga as orientações de
segurança do laboratório.

No tubo de ensaio grande, coloque metade da solução de soda cáustica e igual volume do óleo escolhido. Introduza a haste de arame no tubo e agite cuidadosamente a mistura. A seguir, prenda a pinça de madeira na parte superior do tubo.

Mergulhe esse sistema na panela contendo água em ebulição durante aproximadamente 20 minutos.

Enquanto o tubo estiver sendo aquecido, agite várias vezes a mistura, com o auxílio da haste.

A seguir, transfira o produto obtido no tubo para o copo de vidro e deixe esfriar.

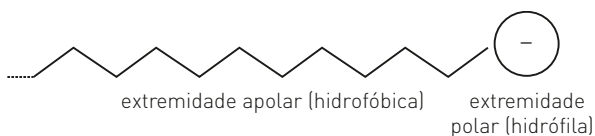
Agora, responda às questões abaixo.

1. Utilizando o sabão produzido, você acha que ele pode substituir o produto industrializado no cotidiano da sua família?
2. Esse sabão é biodegradável? Justifique.
3. Em diversas cidades do Brasil, é possível encontrar postos para coleta de óleo vegetal, nos quais uma empresa encaminha o material para reaproveitamento. Pesquise se a sua cidade conta com esse serviço e qual o posto de coleta mais próximo da sua casa.
4. Um dos principais componentes do óleo de oliva é o ácido oleico (de 53% a 86%), que apresenta a seguinte estrutura:



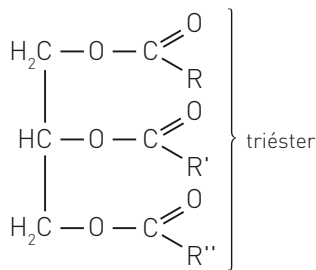
Equacione a reação que ocorre entre esse ácido graxo e a soda cáustica.

5. Podemos representar, genericamente, o produto obtido na questão anterior da seguinte forma:



Determine, para esse produto, quais seriam as partes hidrófila e hidrófoba.

6. Óleos e gorduras são misturas muito complexas formadas por triglicérides, ou seja, triésteres derivados do glicerol:



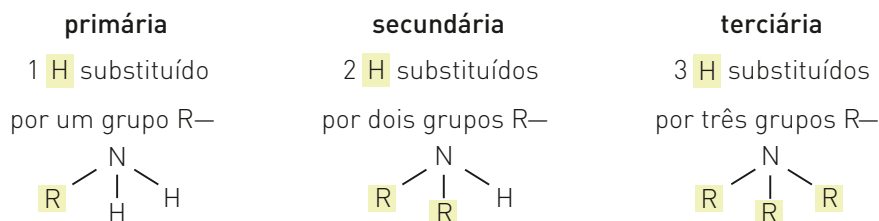
Quando reagem com bases, os óleos e as gorduras formam sabões (sais de ácidos carboxílicos) e outro produto de grande interesse industrial. Escreva em seu caderno a fórmula estrutural desse produto, dê seus nomes oficiais e usuais e indique algumas de suas utilizações.

7. Nos dois tubos de ensaio pequenos, adicione 10 mL de água e um pouco de pó de giz (CaSO_4), formando água dura. Pingue em um deles algumas gotas de detergente e, no outro, um pouco de sabão. Após agitar os dois tubos, você verá que um deles não produziu espuma. Por que esse éster é mais útil do que o outro nos processos de lavagem industrial ou doméstica?

Aminas, aminoácidos e amidas

Aminas

As aminas são compostos derivados da amônia (NH_3), formados pela substituição de seus hidrogênios por grupos orgânicos. Assim, de acordo com a quantidade de hidrogênio substituído, podem formar-se três tipos de aminas:



Embora muitas substâncias que têm a função amina sejam de importância fundamental para a existência da vida, são poucos os compostos que apresentam somente a função amina presentes em nosso dia a dia.

Veja algumas aminas formadas pela decomposição de proteínas que apresentam odor intenso e desagradável.

- metilamina
 $\text{H}_3\text{C} - \text{NH}_2$
- etilamina
 $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$
- dimetilamina
 $\text{H}_3\text{C} - \text{NH} - \text{CH}_3$
- a fenilamina (também conhecida como anilina) é matéria-prima para a produção de corantes alimentícios e têxteis.



Algumas aminas e seus derivados, assim como os carboidratos (C, H, O), são as principais classes de compostos dos sistemas vivos (animais e vegetais). São encontradas em várias substâncias: aminoácidos, proteínas, vitaminas hormonais, ácidos nucleicos (DNA e RNA), alcaloides, etc. Grande quantidade de compostos de função mista contendo amina apresenta inúmeros efeitos fisiológicos e é muito empregada em Medicina.

Thinkstock/Getty Images



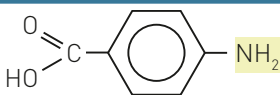
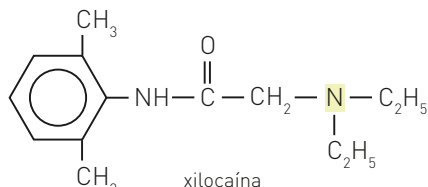
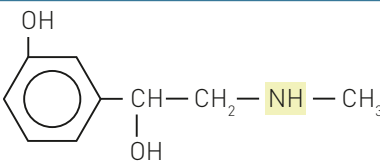
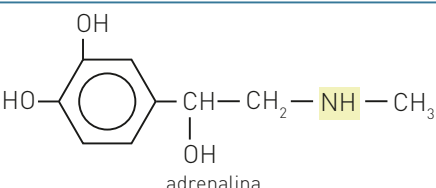
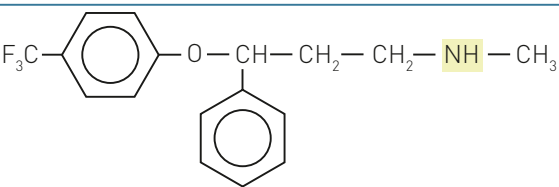
// A decomposição de proteínas é responsável pelo odor desagradável de peixes.

Sérgio Dotta Jr./Arquivo da editora



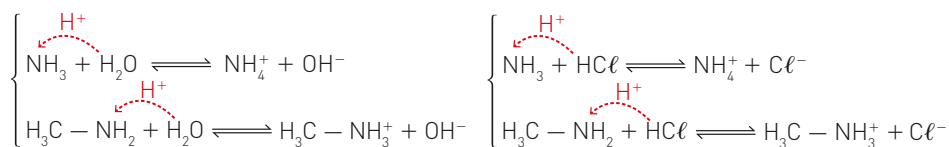
// Diversos corantes são fabricados a partir da fenilamina.

Veja alguns desses compostos:

Estrutura e nome	Uso
 ácido para-aminobenzoico (PABA)	absorve radiação ultravioleta; é usado na preparação de protetores solares
 xilocaína	anestésico local
 fenilefrina	descongestionante nasal
 adrenalina	acelera os batimentos cardíacos, com aumento da pressão arterial
 fluoxetina	antidepressivo; é um dos mais consumidos no mundo atualmente

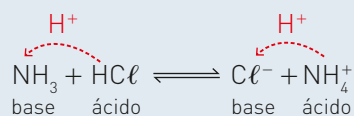
Propriedades químicas das aminas

Uma das principais características das aminas é o seu **caráter básico**. Qualquer tipo de amina (primária, secundária ou terciária) e a amônia reagem com a água e com os ácidos de forma semelhante:



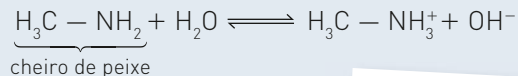
De acordo com o conceito de ácido-base dado por Brönsted-Lowry:

- ácido – substância que libera íon H^+ ;
- base – substância que recebe íon H^+ .



As **aminas** são consideradas **bases orgânicas**; portanto, todas as substâncias que apresentarem grupo amina $\left(-\text{NH}_2, -\text{NH}- \text{ ou } -\text{N}-\right)$ têm certo caráter básico.

Uma das substâncias responsáveis pelo cheiro de peixe é a metilamina, que, em água, estabelece o equilíbrio:



Ao adicionar limão (H^+) ao peixe, retiramos íons OH^- do equilíbrio, que se desloca para a direita, fazendo com que a concentração da metilamina diminua acarretando a diminuição do cheiro de peixe.

// Pratos com peixe geralmente são servidos com fatias de limão.

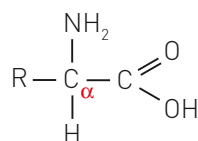


Sergio/Shutterstock

Aminoácidos

Um tipo de substância essencial à vida e que apresenta o grupo amina em sua estrutura são os aminoácidos (aa). Os mais importantes são os alfa-aminoácidos (α -aa), por serem os responsáveis pela síntese de proteínas.

Os α -aminoácidos podem ser representados genericamente por:

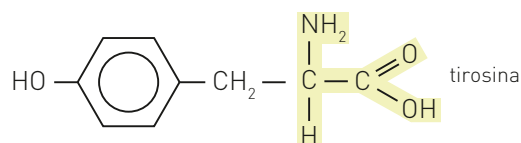
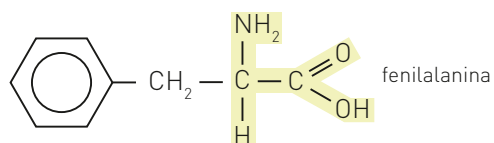
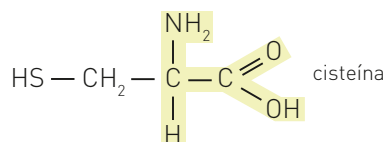
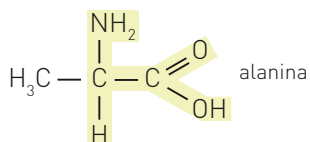
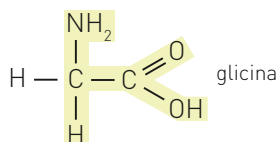


Todos os α -aminoácidos apresentam o grupo carboxila $-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$, o grupo

amino $-\text{NH}_2$, um hidrogênio e um grupo orgânico ligados a um mesmo átomo de carbono, chamado **carbono α** .

O grupo orgânico R ligado ao carbono α é o que faz com que um aminoácido seja diferente do outro.

Veja alguns exemplos de α -aminoácidos:



Embora existam mais de 700 aminoácidos, somente 20 deles interessam ao nosso organismo, pois podem dar origem às proteínas. Desses 20, apenas 8 (chamados de aminoácidos essenciais) não são sintetizados pelo nosso organismo. Para consegui-los, precisamos ingerir determinados alimentos, como ovos, carnes, arroz, milho e trigo.

nadianb/Shutterstock



// Carne de peixe é rica no α -aminoácido fenilalanina.

// Grão-de-bico, lentilha e feijão são ricos no α -aminoácido glicina.

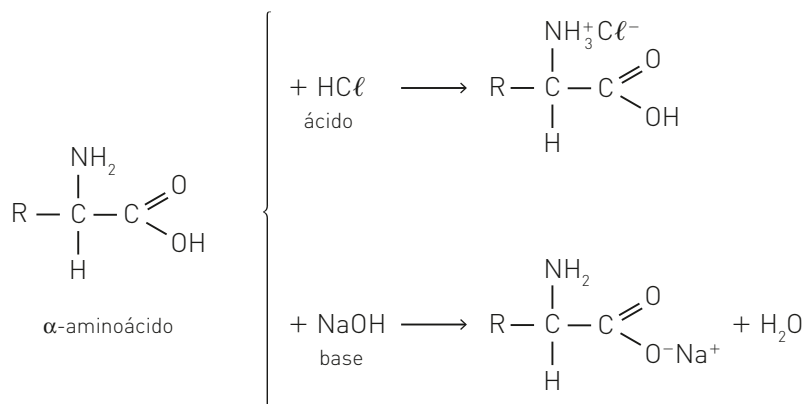


Magdalena Kucova/Shutterstock

Os aminoácidos representados têm duas funções em suas estruturas:

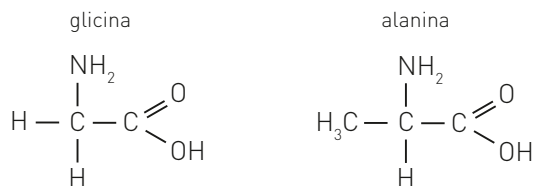
- **função amina** – grupo amina —NH_2 : caráter básico;
- **função ácido carboxílico** – grupo carboxílico COOH : caráter ácido.

Assim, por apresentarem simultaneamente caracteres ácido e básico, os α -aminoácidos são denominados compostos anfóteros e são capazes de reagir tanto com ácidos como com bases:



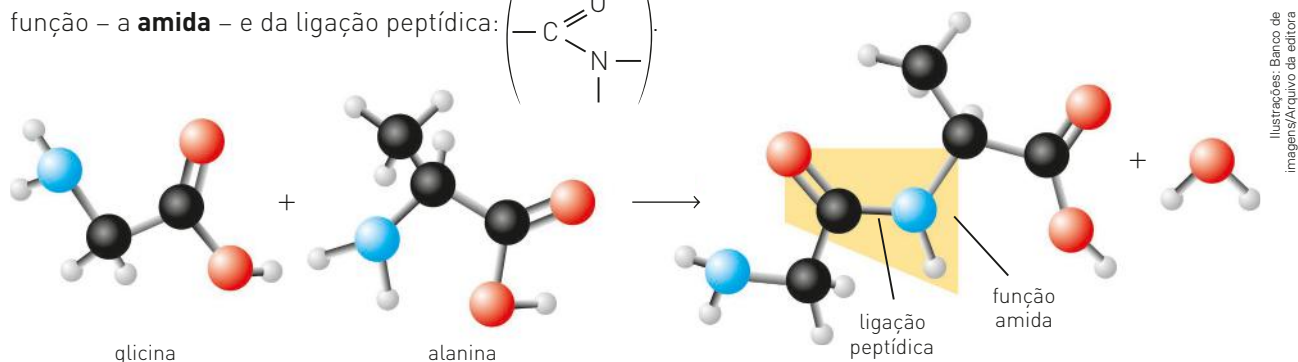
Algumas propriedades químicas dos aminoácidos

A união de dois aminoácidos origina um dipeptídeo. Os dois α -aa mais simples são:

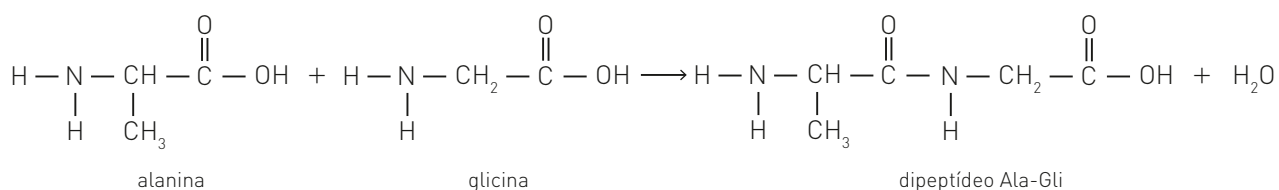
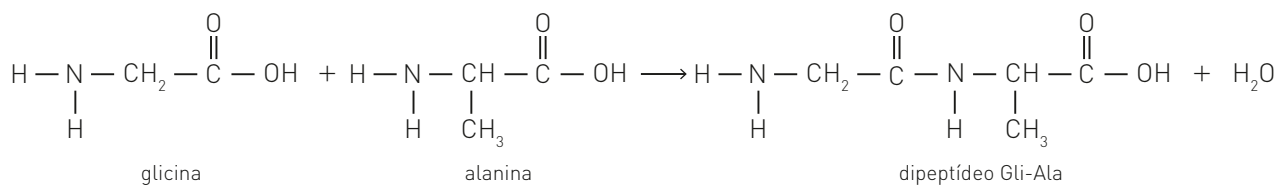


A união desses dois α -aa origina um dipeptídeo, com o surgimento de uma nova

função – a **amida** – e da ligação peptídica: $\left(\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ -\text{C}-\text{N}- \\ | \end{array} \right)$.

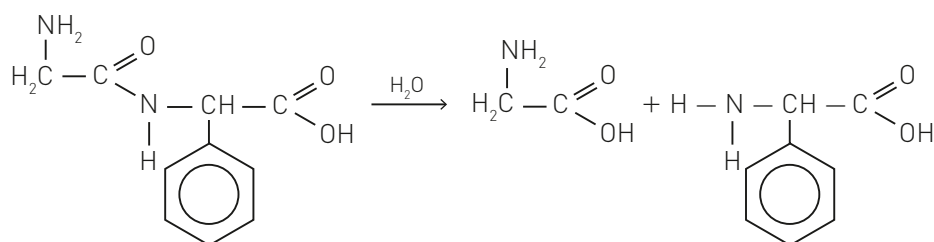


A ordem em que ocorre a condensação para a união dos aminoácidos é importante e altera o dipeptídeo formado. Observe os exemplos abaixo.



A ligação peptídica é conhecida também por ligação **amídica**.

Um dipeptídeo é formado pela união de dois α -aa, com a liberação de água. Os dipeptídeos podem reagir com a água (hidrólise), originando dois aminoácidos.



O quadro a seguir apresenta os vinte α -aminoácidos naturais e mostra que a diferença entre eles reside no grupo R—.

glicina (GLI)	alanina (ALA)	valina (VAL)	leucina (LEU)	isoleucina (ILE)
metionina (MET)	fenilalanina (PHE)	triptofano (TRP)	prolina (PRO)	
serina (SER)	treonina (TRE)	cisteína (CYS)	tirosina (TYR)	asparagina (ASN)
ácido aspártico (ASP)	ácido glutâmico (GLU)	lisina (LYS)	arginina (ARG)	histidina (HIN)

Cometa tem aminoácido

Dos aminoácidos codificados pelo código genético, ou seja, que integram as proteínas dos seres vivos, a glicina ($C_2H_5NO_2$) é o menor e um dos mais abundantes. Agora, esse fundamento da vida acaba de ser descoberto em um cometa.

Cientistas da Nasa, a agência espacial dos Estados Unidos, encontraram a presença da molécula em amostras do cometa Wild 2 obtidas pela sonda Stardust.

“É a primeira vez que um aminoácido é encontrado em um cometa. Esta descoberta apoia a teoria de que alguns dos ingredientes básicos da vida se formaram no espaço e chegaram à Terra há muito tempo por meio de impactos de meteoritos ou de cometas”, disse Jamie Elsila, do Centro de Voo Espacial Goddard, da Nasa.

[...]

“Encontrar glicina em um cometa apoia a ideia de que os blocos básicos da vida são prevalentes no espaço e reforça o argumento de que a vida no Universo pode ser mais comum do que rara”, disse Carl Pilcher, diretor do Instituto de Astrobiologia da Nasa, que financiou o estudo.

Proteínas são as moléculas fundamentais da vida, usadas nas mais variadas estruturas, de enzimas a fios de cabelo. São os catalisadores que aceleram ou regulam reações químicas no organismo. De forma similar às letras do alfabeto, que podem ser arrumadas em combinações sem fim para formar palavras, a vida usa 20 tipos de aminoácidos para construir milhões de proteínas diferentes.

[...]

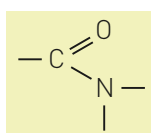
A molécula encontrada é diferente da glicina terrestre e tende a ter mais átomos de carbono 13, que é mais pesado do que o mais comum carbono 12.

Fonte: <http://agencia.fapesp.br/cometa_tem_aminoacido/10938/>. Acesso em: 23 abr. 2018.

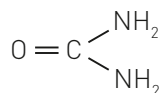
Mais informações podem ser obtidas em: <<http://stardustnext.jpl.nasa.gov>> e <<http://astrobiology.gsfc.nasa.gov/analytical>> (ambos em inglês). Acesso em: 23 abr. 2018.

Amidas

As amidas são caracterizadas pelo grupo funcional:

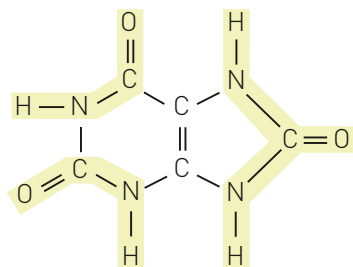


Entre elas, a mais conhecida e uma das mais importantes é a **ureia**.



Na realidade, a ureia é uma diamida e é produzida no organismo como produto final da degradação de aminoácidos e proteínas.

Outro produto da degradação de compostos nitrogenados no organismo é o **ácido úrico**, que apresenta a fórmula estrutural:



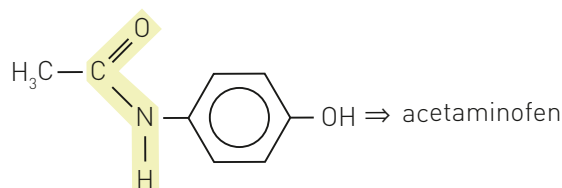
/// O acúmulo de cristais de ácido úrico em articulações é responsável por uma doença conhecida por gota, que provoca dores intensas e deformações.



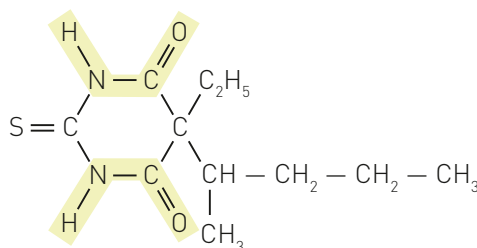
O paracetamol é uma amida com ações antitérmica e analgésica.

Cerca de 0,5 g/dia desse ácido é encontrado na urina e nos fluidos corporais. A presença de ácido úrico na urina, em níveis acima do normal, pode indicar distúrbios do organismo, como hepatite, leucemia e gota.

O paracetamol ou acetaminofen é uma amida que tem sido empregada, com excelentes resultados, como analgésico e antitérmico. Ele é receitado por médicos como substituto da aspirina para pessoas que tenham alergia ao ácido acetilsalicílico (AAS).

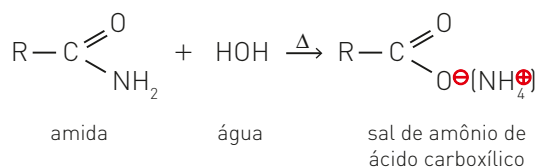


A amida conhecida como tiopental ou pentotal tem sido usada no tratamento de pacientes com problemas psiquiátricos para ajudá-los a lembrar experiências traumáticas. Também é usada em pessoas pouco comunicativas (introvertidas) para que falem mais livremente.



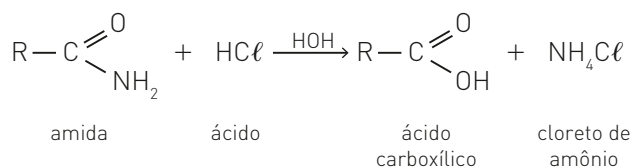
Propriedades químicas das amidas

A principal propriedade química das amidas é sua capacidade de realizar hidrólise. Veja:

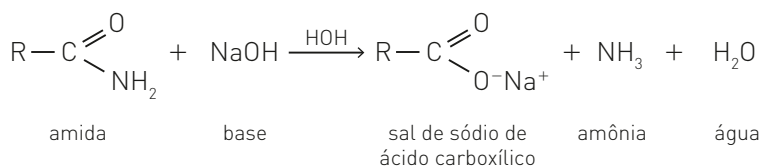


De acordo com o meio – ácido ou básico – em que a hidrólise for efetuada, serão obtidos diferentes produtos:

• meio ácido:



• meio básico:

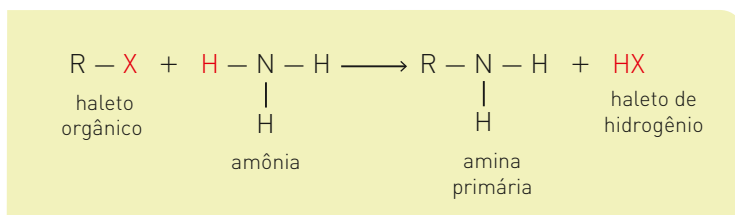


Métodos de obtenção

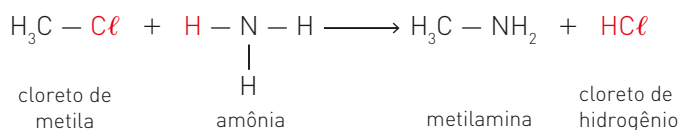
Aminas

Reação de haletos orgânicos com amônia

Este é um dos processos mais utilizados para a produção de aminas primárias. Genericamente, temos:

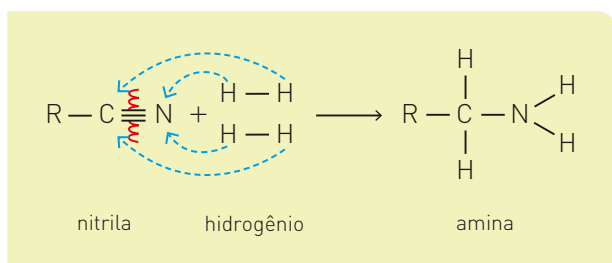


Veja o exemplo:

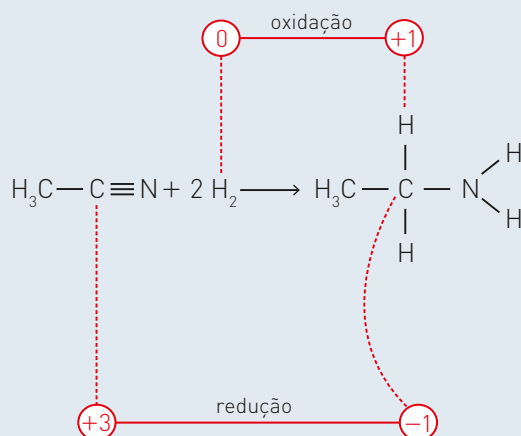


Redução de nitrilas

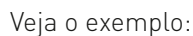
Neste tipo de reação, ocorre uma adição de hidrogênios, ou hidrogenação, à tripla ligação presente no grupo nitrila:



Esta é uma reação de oxirredução na qual o hidrogênio se oxida e a nitrila se reduz. Veja o exemplo:

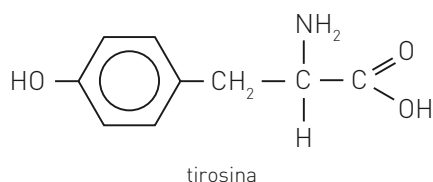
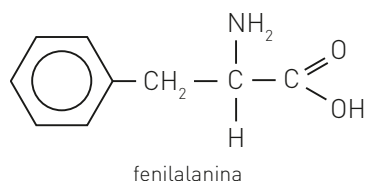


Nesta reação, ocorre a hidrogenação do nitrocomposto, com a formação da amina e da água:



Exercício resolvido

Considere os seguintes aminoácidos.



Indique o número máximo de dipeptídeos que podem ser formados a partir de uma mistura equimolar de fenilalanina e tirosina.

Solução

É importante lembrar que a ordem da ligação peptídica influencia na formação dos dipeptídeos.

Assim temos:

fenilalanina — fenilalanina

tirosina — tirosina

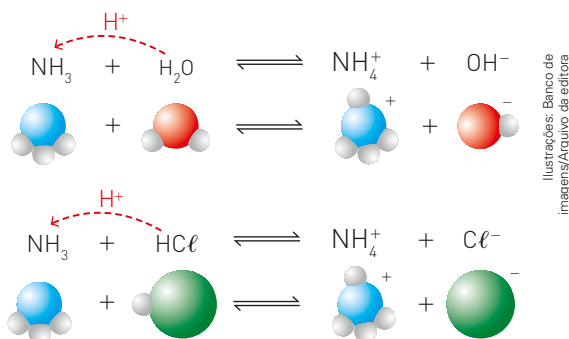
fenilalanina — tirosina

tirosina — fenilalanina

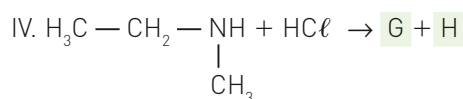
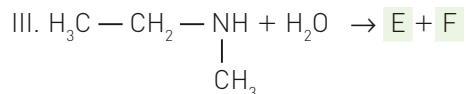
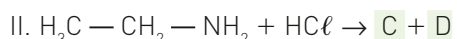
O número máximo de dipeptídeos é 4.

Fundamentando seus conhecimentos

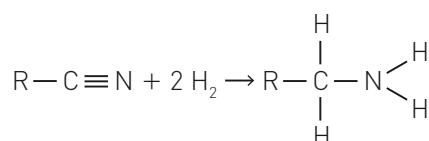
1. Observe as reações:



Considerando que as aminas apresentam um comportamento semelhante ao da amônia, complete as reações a seguir:

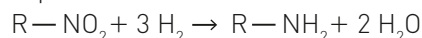


2. Considere a reação genérica:



Equacione a reação entre cianeto de propila ($\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CN}$) e hidrogênio e dê o nome do produto formado.

3. A redução de nitrocompostos pode ser representada por:

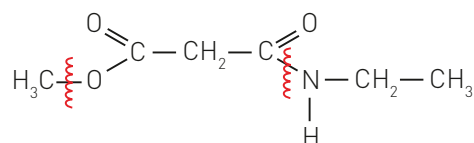


Com base nessa reação, equacione a redução do paranitrotolueno.

4. Um dos aminoácidos mais conhecidos é a alanina, cuja fórmula estrutural pode ser construída substituindo-se três átomos de hidrogênio do metano pelos grupos carboxila e amino e pelo grupo metil. Com base nessas informações, construa a fórmula estrutural da alanina e indique a sua fórmula molecular.

5. Analisando a estrutura da alanina, explique por que ela apresenta caráter ácido e básico simultaneamente.

6. Observe a estrutura:



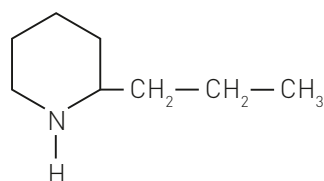
Sabendo que nas posições assinaladas ocorre a hidrólise, escreva em seu caderno as fórmulas estruturais e dê os nomes dos três produtos orgânicos obtidos.

Desenvolvendo seus conhecimentos

1. (UFSC) Jacques-Louis David (1748-1825) pintou A morte de Sócrates (1787), em que Sócrates está prestes a beber uma taça de cicuta para realizar a sentença de morte decretada pelas regras de Atenas. Sócrates foi acusado de corruptor de menores.



Album/AKG Images/Latinstock

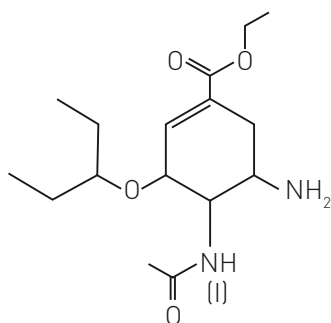


coniina ou cicutina

Essa amina é extraída de uma planta conhecida por *Conium maculatum*.

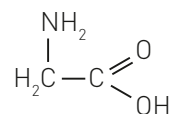
Com base nas informações dadas, é correto afirmar que a coniina é/tem:

- 01) massa molecular igual a 123 g/mol.
 02) uma amina aromática.
 04) uma amina terciária.
 08) capaz de formar ligações por pontes de hidrogênio com a água.
 16) um composto nitrogenado heterocíclico.
 32) fórmula molecular $C_8H_{17}N$.
Corretas: 08, 16 e 32.
2. (UFC-CE) O oseltamivir (Tamiflu – marca registrada, I) é um antiviral isolado da planta asiática *Illicium verum* e empregado no tratamento da gripe aviária.



- a) Indique o nome da função orgânica em I que possui o par de elétrons livres mais básico.
 b) Determine a composição centesimal (uma casa decimal) de I considerando-se a sua massa molar um número inteiro.

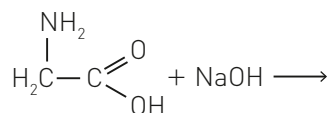
3. A glicina (α -aminoetanoico) pode ser representada por:



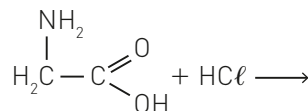
Observando a estrutura, responda aos itens:

- I. Quais funções estão presentes na glicina?
 II. Indique o caráter ácido-básico de cada função.
 III. Copie e complete as reações em seu caderno:

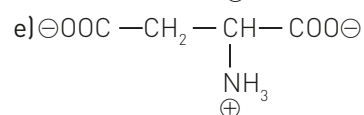
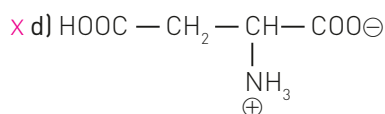
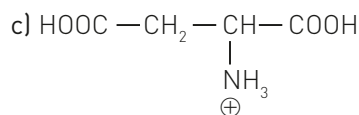
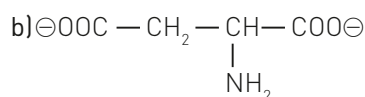
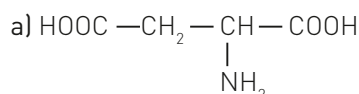
- meio básico



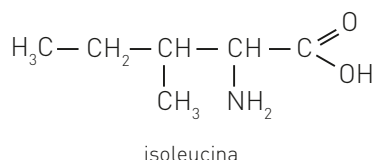
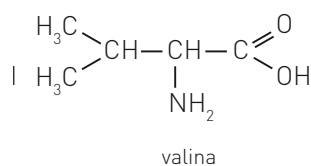
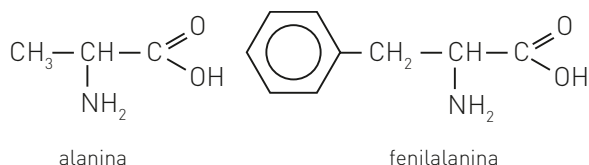
- meio ácido



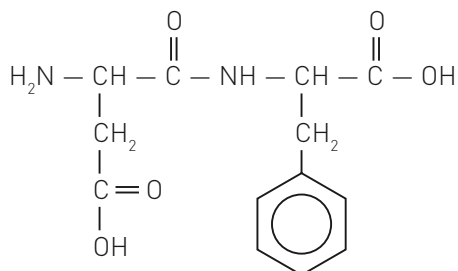
4. (UFRGS-RS) Em meio fortemente ácido ($pH < 1$), o aminoácido essencial ácido aspártico apresentar-se-á na forma dada na alternativa:



5. (Udesc) A biologia molecular vem sendo revolucionada a todo momento, porque os cientistas conseguiram não só decifrar, mas também reproduzir e alterar o código genético dos organismos. Os genes de organismos e outras sequências do DNA de um genoma podem ser copiados (clonados). A formação do DNA é realizada por sequências de aminoácidos unidos através de uma ligação peptídica (reação do grupo amino de um aminoácido com o grupo carboxila de outro aminoácido, formando uma amida com eliminação de água). Abaixo apresentam-se algumas estruturas de aminoácidos.



- a) Quem apresenta maior eletronegatividade: o átomo de N, o átomo de O ou o átomo de C?
- b) Desenhe em seu caderno a estrutura (produto final) resultante da ligação peptídica entre a valina e a alanina.
- c) A qual aminoácido apresentado pertence a nomenclatura ácido-3-metil-2-aminopentanoico?
6. (Uerj) O esquema a seguir representa a fórmula estrutural de uma molécula formada pela ligação peptídica entre dois aminoácidos essenciais, o ácido aspártico e a fenilalanina.



As fórmulas moleculares dos aminoácidos originados pela hidrólise dessa ligação peptídica são:

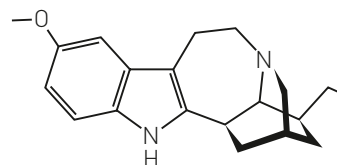
- a) $\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_3$; $\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}_3$ c) $\text{C}_4\text{H}_7\text{NO}_3$; $\text{C}_9\text{H}_{11}\text{NO}_3$
b) $\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_4$; $\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}_2$ **x** d) $\text{C}_4\text{H}_7\text{NO}_4$; $\text{C}_9\text{H}_{11}\text{NO}_2$

7. (UFU-MG)

A iboga é uma misteriosa raiz africana à qual se atribuem fortes propriedades terapêuticas. Trata-se de uma raiz subterrânea que chega a atingir 1,50 m de altura, pertencente ao gênero *Tabernanthe*, composto por várias espécies. A que tem mais interessado a medicina ocidental é a *Tabernanthe iboga*, encontrada sobretudo na região dos Camarões, Gabão, República Central Africana, Congo, República Democrática do Congo, Angola e Guiné Equatorial.

Disponível em: <<http://www.jornalgrandebahia.com.br/2013/10/tratamento-de-toxicodependencia-a-ibogaina.html>>
Acesso em: 26 de janeiro de 2016.

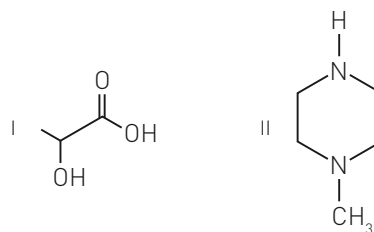
A ibogaína é extraída dessa raiz e tem fórmula estrutural



A partir da análise de sua estrutura, verifica-se que a ibogaína possui fórmula molecular:

- a) $\text{C}_{19}\text{H}_{24}\text{N}_2\text{O}$ e possui caráter básico.
b) $\text{C}_{19}\text{H}_{23}\text{N}_2\text{O}$ e possui caráter ácido.
x c) $\text{C}_{20}\text{H}_{26}\text{N}_2\text{O}$ e possui caráter alcalino.
d) $\text{C}_{20}\text{H}_{24}\text{N}_2\text{O}$ e possui caráter adstringente.

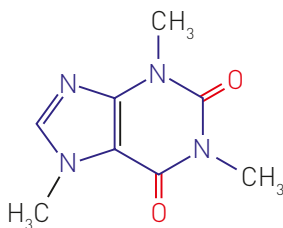
8. (Unicamp-SP) Com a crescente crise mundial de dengue, as pesquisas pela busca tanto de vacinas quanto de repelentes de insetos têm se intensificado. Nesse contexto, os compostos I e II abaixo representados têm propriedades muito distintas: enquanto um deles tem caráter ácido e atrai os insetos, o outro tem caráter básico e não os atrai.



Baseado nessas informações, pode-se afirmar corretamente que o composto:

- a) I não atrai os insetos e tem caráter básico.
b) II atrai os insetos e tem caráter ácido.
x c) II não atrai os insetos e tem caráter básico.
d) I não atrai os insetos e tem caráter ácido e básico.

9. (PUC-PR) Durante muito tempo acreditou-se que a cafeína seria a droga psicoativa mais consumida no mundo. Ao contrário do que muitas pessoas pensam, a cafeína não está presente apenas no café, mas sim em uma gama de outros produtos, por exemplo, no cacau, no chá, no pó de guaraná, entre outros. Sobre a cafeína, cuja fórmula estrutural está apresentada abaixo, são feitas as seguintes afirmações.



Disponível em: <<http://brasilescola.uol.com.br/upload/conteudo/images/estrutura-da-cafeina.jpg>>. Acesso em: 13 set. 2014.

- I. Apresenta em sua estrutura as funções amina e cetona.
- II. Apresenta propriedades alcalinas devido à presença de sítios básicos de Lewis.
- III. Todos os átomos de carbono presentes nos anéis estão hibridizados na forma sp^2 .
- IV. Sua fórmula molecular é $C_8H_{10}N_4O_2$.

São verdadeiras:

- a) somente as afirmações I, II e III.
 - ☒ b) somente as afirmações II e III.
 - c) somente as afirmações I e IV.
 - d) somente as afirmações III e IV.
 - e) somente as afirmações II, III e IV.
10. (PUC-RJ) Considere as seguintes afirmações a respeito da acidez e da basicidade dos compostos orgânicos citados.

- I. Metilamina (CH_3NH_2) possui caráter básico, pois o par de elétrons livres do átomo de nitrogênio pode receber próton dando origem a uma ligação.
- II. Metilamina (CH_3NH_2) possui caráter básico, pois um dos átomos de hidrogênio ligados ao átomo de nitrogênio pode ser doado facilmente.
- III. Fenol (C_6H_5OH) possui um caráter ácido fraco, mas ainda assim ele pode doar íon H^+ quando reage, por exemplo, com uma base forte.

É correto apenas o que se afirma em:

- a) I. ☒ d) I e III.
- b) II. ☐ e) II e III.
- c) I e II. ☐

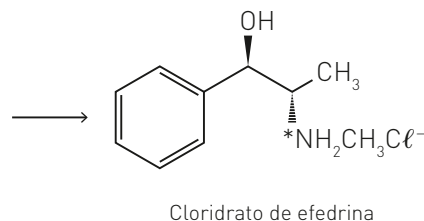
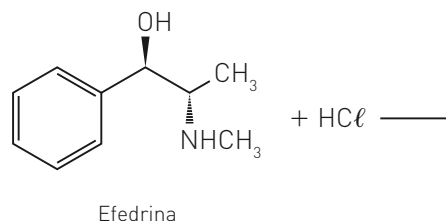
11. (FAE/MED-SP) A metilamina e a etilamina são duas substâncias gasosas à temperatura ambiente que apresentam forte odor, geralmente caracterizado como de peixe podre.

Uma empresa pretende evitar a dispersão desses gases e para isso adaptou um sistema de borbulhamento do gás residual do processamento de carne de peixe em uma solução aquosa.

Um soluto adequado para neutralizar o odor da metilamina e etilamina é:

- a) amônia.
- b) nitrato de potássio.
- c) hidróxido de sódio.
- ☒ d) ácido sulfúrico.

12. (Enem) Sais de amônio são sólidos iônicos com alto ponto de fusão, muito mais solúveis em água que as aminas originais e ligeiramente solúveis em solventes orgânicos apolares, sendo compostos convenientes para serem usados em xaropes e medicamentos injetáveis. Um exemplo é a efedrina, que funde a $79^\circ C$, tem um odor desagradável e oxida na presença do ar atmosférico formando produtos indesejáveis. O cloridrato de efedrina funde a $217^\circ C$, não se oxida e é inodoro, sendo o ideal para compor os medicamentos.



SOUTO, C. R.; DUARTE, H. C.
Química da vida: aminas. Natal: EDUFRRN, 2006.

De acordo com o texto, que propriedade química das aminas possibilita a formação de sais de amônio estáveis, facilitando a manipulação de princípios ativos?

- a) Acidez. ☐ d) Volatilidade.
- ☒ b) Basicidade. ☐ e) Aromaticidade.
- c) Solubilidade. ☐

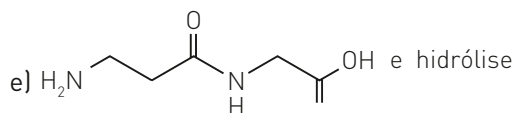
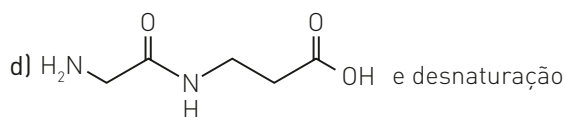
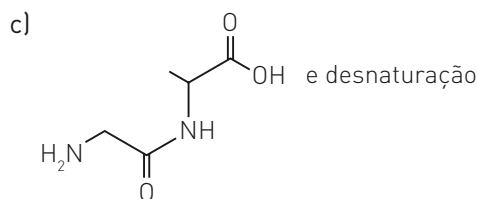
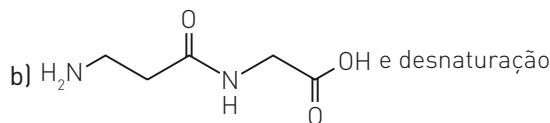
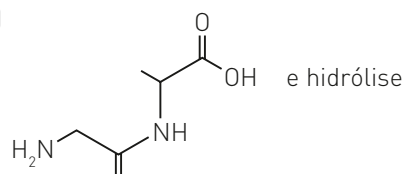
13. (UFPA) Benzocaína, fórmula química $\text{H}_2\text{N}(\text{C}_6\text{H}_4)\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ é um anestésico tópico absorvido na forma neutra. Porém, sua atividade deve-se à forma catiônica, gerada pela protonação de seu grupo funcional de maior basicidade. Assim, a fórmula química desse íon molecular será:

- a) $[\text{H}_2\text{N}(\text{C}_6\text{H}_4)\text{COOCH}_2\text{CH}_3]^+$.
- b) $[\text{H}_2\text{N}(\text{C}_6\text{H}_4)\text{COOC}_2\text{H}_5]^+$.
- c) $[\text{H}_2\text{N}(\text{C}_6\text{H}_4)\text{COHOCH}_2\text{CH}_3]^+$.
- d) $[\text{H}_2\text{N}(\text{C}_6\text{H}_5)\text{COOCH}_2\text{CH}_3]^+$.

x e) $[\text{H}_3\text{N}(\text{C}_6\text{H}_4)\text{COOCH}_2\text{CH}_3]^+$.

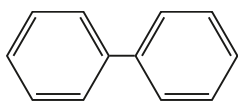
14. (FCMSCSP) A reação entre o ácido 2-aminoetanoico (glicina – Gli) e o ácido 2-aminopropanoico (alanina – Ala) resulta no dipeptídio Gli-Ala. Outra reação, na qual o dipeptídio é aquecido em soluções aquosas de ácidos ou bases fortes, tem como produtos os aminoácidos de origem. Assinale a alternativa que apresenta, correta e respectivamente, a estrutura do Gli-Ala e o nome da segunda reação descrita no texto:

x a)



Desafiando seus conhecimentos

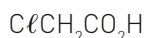
1. (UFV-MG) A bifênila é um composto com ação fungistática, que inibe a esporulação de fungos. A 1-metilpropilamina é um fungicida utilizado no controle de fungos em batatas e diversas espécies de frutas cítricas. O ácido cloroacético e seu sal de sódio são comercializados como herbicidas. O decan-1-ol é comercializado como regulador do crescimento de plantas.



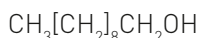
bifenila (I)



1-metilpropilamina (III)



ácido cloroacético (III)



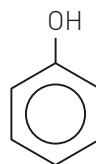
decan-1-ol (IV)

- a) Dentre os compostos I, II, III e IV, quais são capazes de formar ligações de hidrogênio entre moléculas da mesma espécie?
- b) Que tipo de força intermolecular atua entre as moléculas da bifênila?

- c) Escreva a equação para a reação entre (II) e HBr.
- d) Entre (III) e (IV), qual é mais solúvel em água? Justifique.

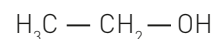
2. (PUC-SP) Os frascos A, B, C e D apresentam soluções aquosas das seguintes substâncias:

frasco A



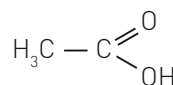
fenol

frasco B



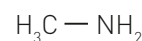
etanol

frasco C



ácido acético

frasco D



metilamina

Indique a alternativa que apresenta corretamente o pH dessas soluções.

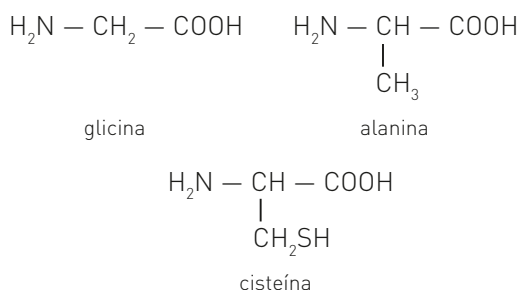
	Frasco A	Frasco B	Frasco C	Frasco D
a)	pH = 7	pH = 7	pH = 7	pH = 7
b)	pH > 7	pH > 7	pH < 7	pH > 7
c)	pH > 7	pH > 7	pH > 7	pH = 7
x d)	pH < 7	pH = 7	pH < 7	pH > 7
e)	pH < 7	pH < 7	pH < 7	pH < 7

3. (UFPE) Analisando a tabela a seguir, com valores de constantes de basicidade, K_b , a 25 °C para diversas bases, podemos afirmar que:

Base	K_b
Dimetilamina, $(CH_3)_2NH$	$5,4 \cdot 10^{-4}$
Amônia, NH_3	$1,8 \cdot 10^{-5}$
Hidróxido de zinco, $Zn(OH)_2$	$1,2 \cdot 10^{-7}$
Piridina, C_5H_5N	$1,8 \cdot 10^{-9}$
Anilina, $C_6H_5NH_2$	$4,3 \cdot 10^{-10}$

- a) a amônia é uma base mais fraca que o hidróxido de zinco.
b) a anilina é a base mais forte.
c) a piridina e a amônia têm a mesma força básica.
x d) a dimetilamina é a base mais forte.
e) a anilina é mais básica que a piridina.
4. (UFG-GO) Os aminoácidos são substâncias de caráter anfótero devido à presença de grupos $-NH_2$ e $-COOH$. Quando dois aminoácidos reagem entre si, ocorre a formação de um dipeptídeo com eliminação de água. Desse modo, o grupo funcional presente na ligação peptídica é
- a) um fenol.
x b) uma amida.
c) um éster.
d) uma amina.
e) um ácido carboxílico.

5. (UFRGS-RS) Observe os seguintes aminoácidos.



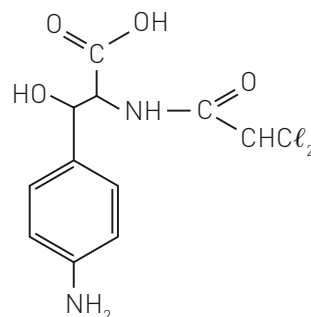
A reação entre o grupo ácido carboxílico de uma molécula de aminoácido e o grupo amino de outra molécula de aminoácido, com elimi-

nação de água, forma uma ligação peptídica ($-CO-NH-$), gerando um dipeptídeo.

Qual é o número máximo de dipeptídios diferentes que podem ser formados a partir de uma mistura equimolar de glicina, alanina e cisteína?

- a) 2. b) 3. c) 6. d) 8. x e) 9.

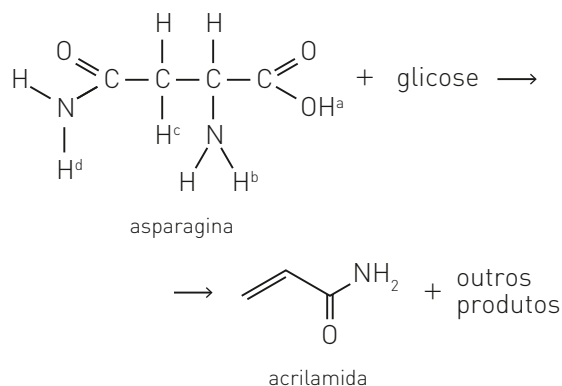
6. (UFG-GO) A síntese do cloranfenicol, um antibiótico de amplo espectro, é realizada através de diversas etapas. As duas últimas etapas dessa síntese são uma redução do grupo carboxila para álcool, seguida de uma oxidação do grupo amino para nitro, na molécula cuja fórmula estrutural plana está representada a seguir.



- a) Represente a fórmula estrutural da substância obtida a partir da redução da carboxila.
b) Represente a fórmula estrutural do cloranfenicol.

7. (UFRJ) Estudo recente associou o consumo de batatas fritas na adolescência a um maior risco de câncer na vida adulta.

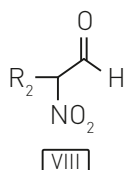
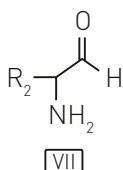
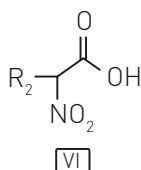
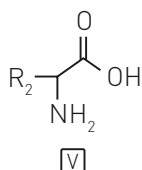
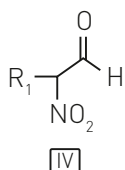
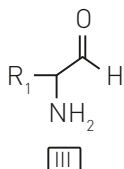
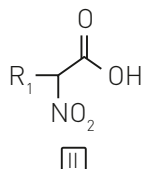
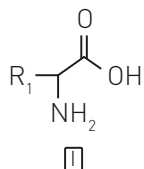
O risco se deve à presença de acrilamida, produzida durante a fritura, quando a glicose e determinados aminoácidos presentes na batata, como a asparagina, reagem entre si, conforme representado a seguir.



- a) Indique as funções orgânicas presentes na asparagina e escreva em seu caderno o nome da acrilamida segundo a nomenclatura IUPAC.
b) Disponha os hidrogênios H^a , H^b , H^c e H^d , presentes na asparagina, em ordem crescente de acidez.

8. (Uerj) As milhares de proteínas existentes nos organismos vivos são formadas pela combinação de apenas vinte tipos de moléculas.

Observe a seguir as fórmulas estruturais de diferentes moléculas orgânicas, em que R_1 e R_2 representam radicais alquila.



As duas fórmulas que, combinadas, formam uma ligação química encontrada na estrutura primária das proteínas são:

- a) I e V.
b) II e VII.
c) III e VIII.
d) IV e VI.

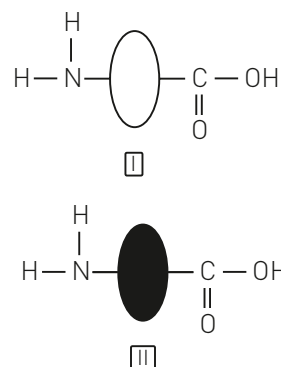
9. (UFTM-MG) Considere o seguinte aminoácido:



- a) Esse aminoácido deve apresentar isomeria óptica? Justifique a resposta.
b) Escreva, utilizando fórmulas estruturais, a equação química que representa a união de duas moléculas desse aminoácido formando um dipeptídeo e água.
c) Quais são os grupos funcionais orgânicos presentes no dipeptídeo formado?

10. (UFABC-SP) Proteínas são polímeros formados pelo encadeamento de aminoácidos por meio de ligações peptídicas. A importância das proteínas para a manutenção da vida está relacionada à sua participação nos processos químicos que ocorrem nos organismos vivos.

As formas desenhadas entre os grupos funcionais em I e II correspondem a cadeias carbônicas diferentes.



- a) Escreva a equação química que descreve o peptídeo formado na reação de condensação entre I e II quando:

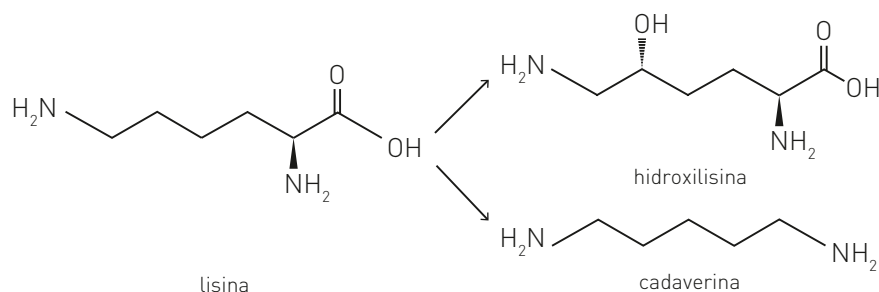


- b) Indique os átomos de carbono assimétrico presentes em I e II quando substituídos pelas cadeias carbônicas indicadas em a.
c) Segundo a literatura, I e II, quando substituídos pelas cadeias carbônicas indicadas em a, são solúveis em HCl diluído. Usando equações químicas, explique esse fato.

11. (Ufes) Proteínas são polímeros naturais formados pela condensação de moléculas de α -aminoácidos. A fórmula geral dos α -aminoácidos apresenta um grupo amino, uma cadeia lateral, um átomo de hidrogênio e um grupo carboxila, ligados a um mesmo átomo de carbono. A leucina é um α -aminoácido que possui como cadeia lateral o radical isobutila. Outro α -aminoácido, a fenilalanina, possui como cadeia lateral o radical benzila.

- a) Escreva a estrutura de um dipeptídeo formado por esses dois aminoácidos (leucina e fenilalanina) e circule, nessa estrutura, os átomos envolvidos na formação da ligação peptídica.
b) Escreva as estruturas predominantes quando a fenilalanina é colocada em meio aquoso fortemente básico ($\text{pH} = 14,0$) e a leucina é colocada em meio aquoso fortemente ácido ($\text{pH} = 1,0$).
c) Calcule o número de estereoisômeros opticamente ativos para a leucina.

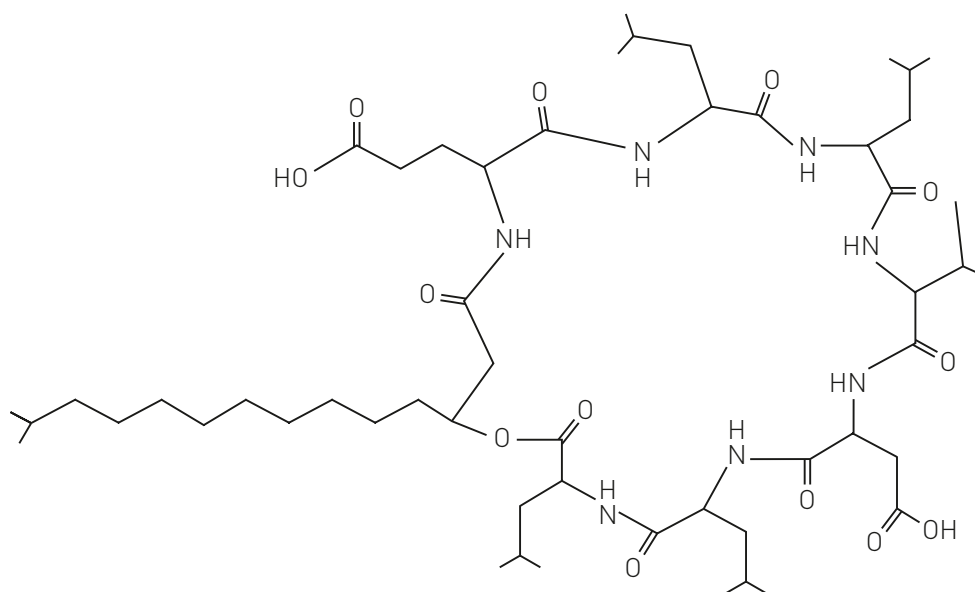
12. (UFRGS-RS) A lisina é oxidada no organismo, formando a hidroxilisina, que é um componente do colágeno. Por outro lado, a degradação da lisina por bactérias durante a putrefação de tecidos animais leva à formação da cadaverina, cujo nome dá uma ideia do seu odor.



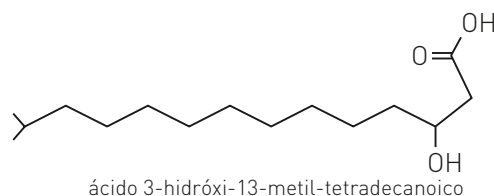
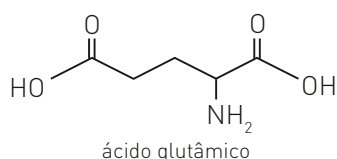
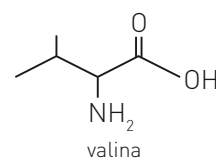
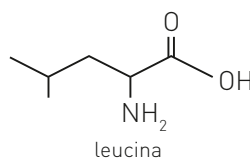
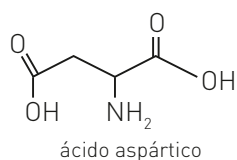
Assinale a afirmação correta em relação a estes compostos.

- a) A hidroxilisina é um glicídio. x d) A lisina e a hidroxilisina são aminoácidos.
 b) A cadaverina é um lipídio. e) A hidroxilisina apresenta ligação peptídica.
 c) A lisina é uma proteína.

13. (Fuvest-SP) As surfactinas são compostos com atividade antiviral. A estrutura de uma surfactina é:



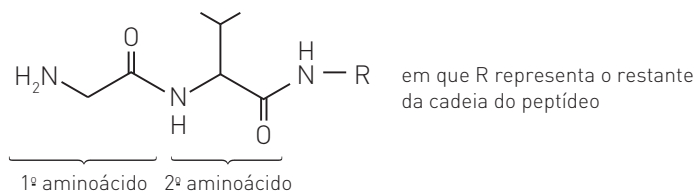
Os seguintes compostos participam da formação dessa substância:



Na estrutura dessa surfactina, reconhecem-se ligações peptídicas. Na construção dessa estrutura, o ácido aspártico, a leucina e a valina teriam participado na proporção, em mol, respectivamente, de:

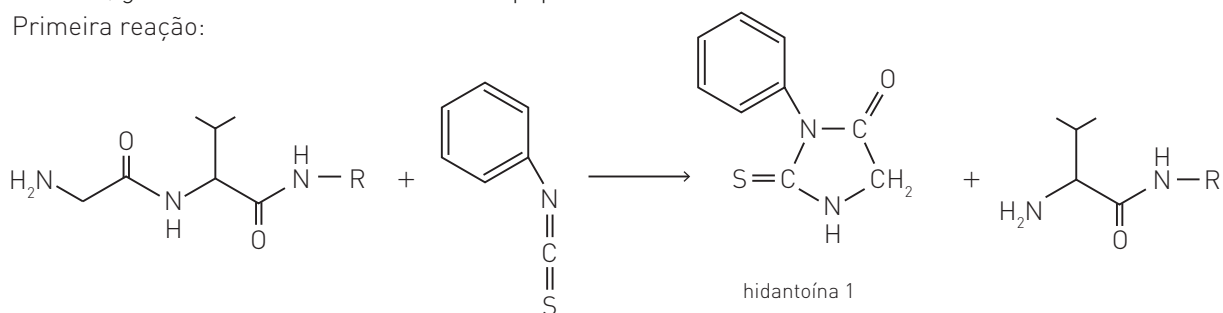
- a) 1 : 2 : 3 x d) 1 : 4 : 1
 b) 3 : 2 : 1 c) 2 : 2 : 2 e) 1 : 1 : 4

14. (Fuvest-SP) Peptídeos são formados por sequências de aminoácidos, como exemplificado para o peptídeo a seguir:

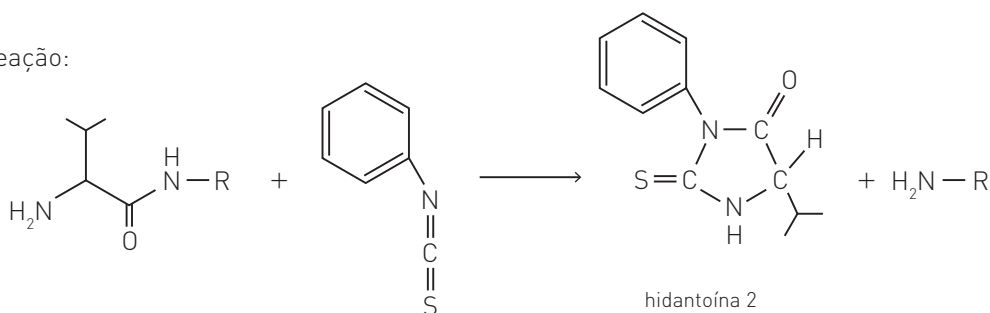


Para identificar os dois primeiros aminoácidos desse peptídeo e também a sequência de tais aminoácidos, foram efetuadas duas reações químicas. Na primeira reação, formaram-se uma hidantoína e um novo peptídeo com um aminoácido a menos. Esse novo peptídeo foi submetido a uma segunda reação, análoga à anterior, gerando outra hidantoína e outro peptídeo.

Primeira reação:



Segunda reação:

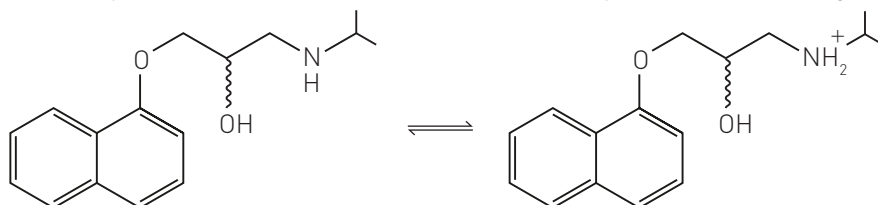


O mesmo tipo de reação foi utilizado para determinar a sequência de aminoácidos em um outro peptídeo de fórmula desconhecida, que é formado por apenas três aminoácidos. Para tanto, três reações foram realizadas, formando-se três hidantoínas.

Escreva:

- as fórmulas dos três aminoácidos que correspondem às três respectivas hidantoínas formadas;
- a fórmula estrutural do peptídeo desconhecido formado pelos três aminoácidos do item a).

15. (FMP-RS) O propranolol é um fármaco inibidor da ação da noradrenalina em receptores β -adrenérgicos, e, por isso, tem uma ação de diminuir a pressão arterial. Quimicamente, é semelhante à própria noradrenalina e caracteriza-se por ter uma fração ionizada em solução aquosa, conforme a figura a seguir.



Nesse contexto, considere as afirmativas a seguir.

- Para Lewis, uma base caracteriza-se por ser capaz de receber um par de elétrons.
 - Segundo a definição de base por Brönsted-Lowry, o propranolol comporta-se como base por receber um H^+ .
 - No conceito de Arrhenius, um ácido é aquela substância que libera íons H^+ em solução aquosa.
- É correto apenas o que se afirma em:

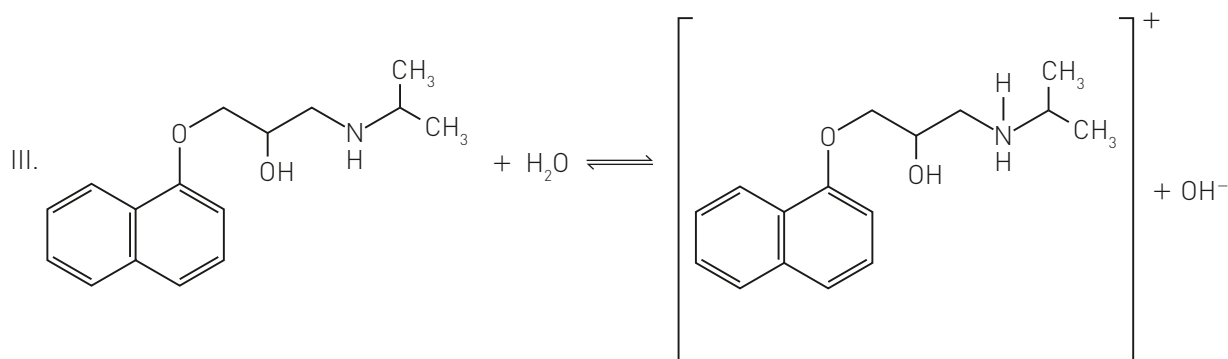
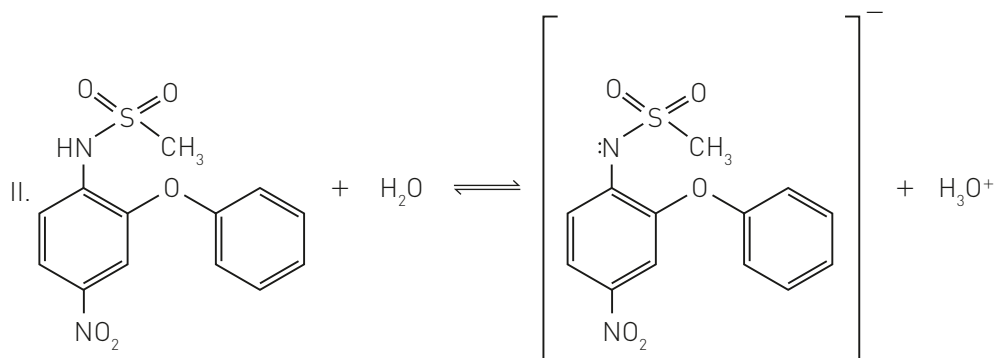
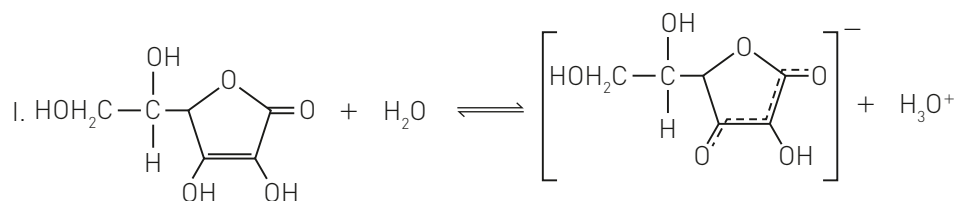
- I.
- II.
- III.
- I e II.
- II e III.

16. [FGV-SP]

O faturamento da indústria farmacêutica no Brasil vem aumentando nos últimos anos e mantém forte potencial de crescimento. A população utiliza medicamentos preventivos de doenças, como a vitamina C, anti-inflamatórios de última geração, como a nimesulida, e medicação de uso continuado, como o propranolol.

(<http://www.espm.br/Publicacoes/CentralDeCases/Documents/ACHE.pdf>, <http://qnint.sbg.org.br/qni/visualizarConceito.php?idConceito=14>, Química Nova, vol. 36, nº 8, 123-124, 2013)

Nas reações, apresentam-se as reações de hidrólise com os reagentes da vitamina C (I), da nimesulida (II) e do propranolol (III).



De acordo com o conceito de ácidos-bases de Brönsted-Lowry, a água nas equações I, II e III é classificada, respectivamente, como:

- a) base, ácido e base.
- b) base, ácido e ácido.
- x** c) base, base e ácido.
- d) ácido, ácido e base.
- e) ácido, base e ácido.

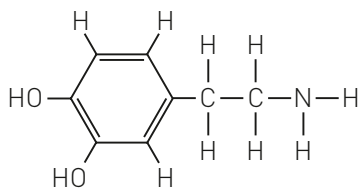
17. (Uema) Trecho da música “É o Amor”:

“[...] É o amor
Que mexe com minha cabeça
E me deixa assim
Que faz eu pensar em você e esquecer de mim
[...]”

Fonte: Disponível em: <www.multishow.globo.com/musica>.
Acesso em: 29 out. 2013.

Realmente o amor mexe com a nossa cabeça. A paixão induz a liberação de substâncias que agem no cérebro, produzindo a sensação de satisfação e de prazer. Recém-apaixonados apresentam, dentre outras substâncias químicas, altos níveis de 3,4-di-hidróxi-feniletilamina, conhecida como dopamina (considerada a substância química do prazer). Este composto é classificado no grupo das aminas que tem reações químicas específicas e características àquelas inseridas no seu grupo funcional.

Com base nas informações acima e na estrutura da dopamina, demonstre, por meio da equação química que representa a reação da dopamina com água, o caráter básico dessa amina. Justifique sua resposta.



Estrutura química da dopamina

18. (Unifesp) O ponto isoelétrico (pI) é o equivalente ao pH de uma solução aquosa de um aminoácido, em que o número de cargas positivas (protonação do grupo amina) de suas moléculas iguala-se ao número de cargas negativas (desprotonação do grupo ácido carboxílico). As diferenças nos valores de pI podem, por meio de técnicas apropriadas, ser úteis na separação de proteínas. Considere os aminoácidos e intervalos de valores de pI apresentados a seguir.

Aminoácidos:

- alanina: $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{NH}_2) - \text{COOH}$
- aspartato: $\text{HOOC} - \text{HC}_2 - \text{CH}(\text{NH}_2) - \text{COOH}$
- lisina:
 $\text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CN}(\text{NH}_2) - \text{COOH}$

Intervalos de pI:

- I: 3,0-3,5
- II: 5,5-6,0
- III: 9,0-10

Com base nas informações fornecidas, é possível prever que soluções aquosas dos aminoácidos alanina, aspartato e lisina apresentam, respectivamente, pI dentro dos intervalos:

- a) I, II e III.
- b) I, III e II.
- c) II, I e III.
- d) II, III e I.
- e) III, I e II.

19. (Enem)

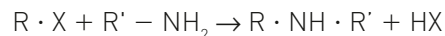
Grande quantidade dos maus odores do nosso dia a dia está relacionada a compostos alcalinos. Assim, em vários desses casos, pode-se utilizar o vinagre, que contém entre 3,5% e 5% de ácido acético, para diminuir ou eliminar o mau cheiro. Por exemplo, lavar as mãos com vinagre e depois enxaguá-las com água elimina o odor de peixe, já que a molécula de piridina ($\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$) é uma das substâncias responsáveis pelo odor característico de peixe podre.

SILVA, V. A.; BENITE, A. M. C.; SOARES, M. H. F. B.
“Algo aqui não cheira bem... A química do mau cheiro”.
Química Nova na Escola, v. 33, n. 1, fev. 2011 (adaptado).

A eficiência do uso do vinagre nesse caso se explica pela:

- a) sobreposição de odor, propiciada pelo cheiro característico do vinagre.
- b) solubilidade da piridina, de caráter ácido, na solução ácida empregada.
- c) inibição da proliferação das bactérias presentes, devido à ação do ácido acético.
- d) degradação enzimática da molécula de piridina, acelerada pela presença de ácido acético.
- e) reação de neutralização entre o ácido acético e a piridina, que resulta em compostos sem mau odor.

20. (Uerj) Um dos processos de obtenção de aminas secundárias consiste na reação entre haletos de alquila e determinados compostos nitrogenados, conforme a equação química genérica abaixo:



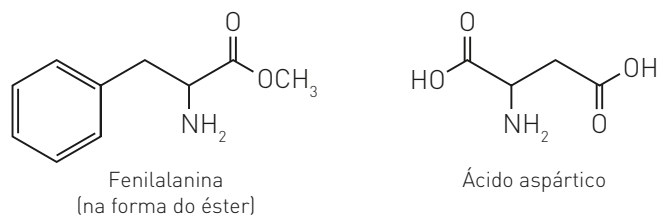
Admita que, para essa síntese, estejam disponíveis apenas os seguintes reagentes:

- bromoetano;
- metilamina;
- etilamina.

Utilizando as respectivas fórmulas estruturais, escreva a equação química completa da reação entre o haleto de alquila e o composto nitrogenado de caráter básico mais acentuado.

Em seguida, apresente as fórmulas estruturais de duas aminas primárias, de cadeia carbônica normal, isômeras da amina secundária sintetizada.

21. (UFPR) Peptídeos são formados pela combinação de aminoácidos, por meio de ligações peptídicas. O aspartame, um adoçante cerca de 200 vezes mais doce do que a sacarose (açúcar de mesa), é um peptídeo formado pela combinação entre fenilalanina na forma de éster metílico e ácido aspártico. O aspartame é formado pela ligação peptídica entre o grupo amino da fenilalanina com o grupo ácido carboxílico do ácido aspártico, em que uma molécula de água é liberada na reação em que se forma essa ligação.



- a) Apresente a estrutura do aspartame (notação em bastão).
- b) Identifique na estrutura do aspartame a ligação peptídica citada.
- c) Qual é a função química que corresponde à ligação peptídica?
22. (Fuvest-SP) A gelatina é uma mistura de polipeptídeos que, em temperaturas não muito elevadas, apresenta a propriedade de reter moléculas de água, formando, assim, um gel. Esse processo é chamado de gelatinização. Porém, se os polipeptídeos forem hidrolisados, a mistura resultante não mais apresentará a propriedade de gelatinizar. A hidrólise pode ser catalisada por enzimas, como a bromelina, presente no abacaxi. Em uma série de experimentos, todos à mesma temperatura, amostras de gelatina foram misturadas com água ou com extratos aquosos de abacaxi. Na tabela a seguir, foram descritos os resultados dos diferentes experimentos.

Experimento	Substrato	Reagente	Resultado observado
1	gelatina	água	gelatinização
2	gelatina	extrato de abacaxi	não ocorre gelatinização
3	gelatina	extrato de abacaxi previamente fervido	gelatinização

- a) Explique o que ocorreu no experimento 3 que permitiu a gelatinização, mesmo em presença do extrato de abacaxi.
- Na hidrólise de peptídeos, ocorre a ruptura das ligações peptídicas. No caso de um dipeptídeo, sua hidrólise resulta em dois aminoácidos.
- b) Complete o esquema da figura 2, escrevendo as fórmulas estruturais planas dos dois produtos da hidrólise do peptídeo representado na figura 1.

Figura 1

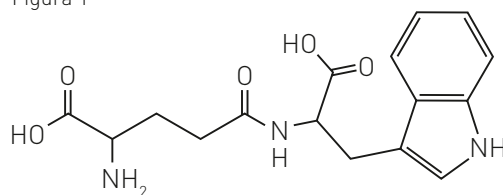
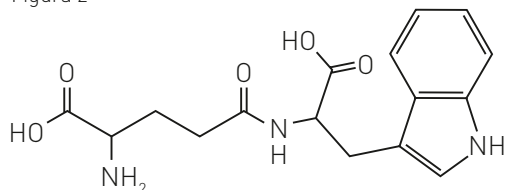


Figura 2



+

Polímeros

A impressão de objetos tridimensionais (3D), também conhecida como manufatura aditiva, revolucionou a área de ciências dos materiais nos últimos anos, pela capacidade e flexibilidade de impressão de variados tipos de geometrias complexas. A partir dessa tecnologia tornou-se possível a produção, em tempos cada vez menores, de diversos objetos: de brinquedos a próteses cirúrgicas e órgãos artificiais. Apesar de o custo desse tipo de impressão ainda ser relativamente alto, essa tecnologia ganha cada vez mais aplicabilidade no nosso cotidiano e deve expandir-se muito nos próximos anos.

Você sabe quais materiais são utilizados nas impressões 3D?



FabrikaSim/Shutterstock

NESTA UNIDADE VAMOS ESTUDAR:

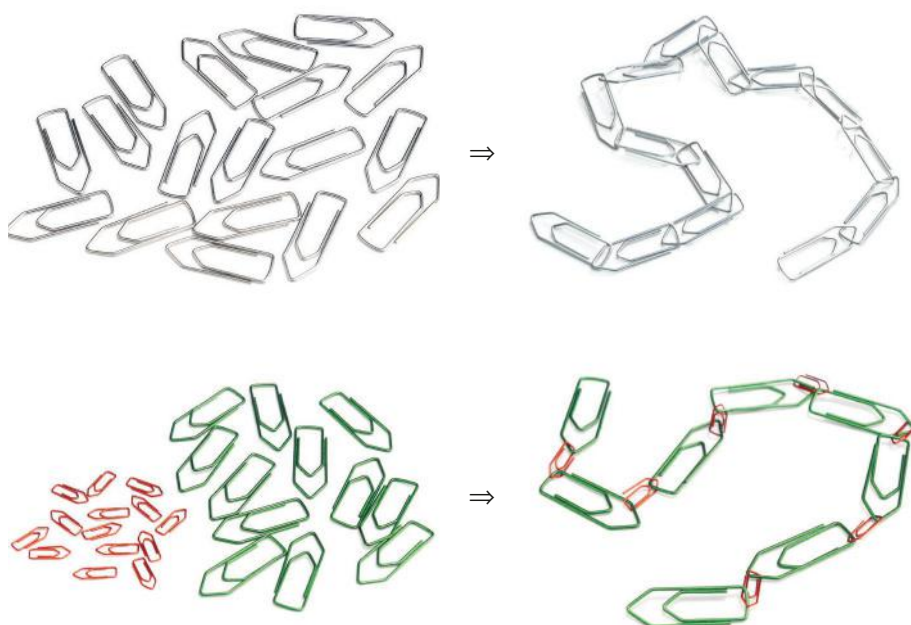
- Introdução aos polímeros.
- Polímeros de adição.
- Polímeros de condensação.
- Polímeros sintéticos.
- Polímeros naturais.

Macromoléculas

Até agora, estudamos apenas moléculas orgânicas relativamente pequenas, tanto no tamanho quanto na massa molar. Alguns tipos dessas pequenas moléculas podem se ligar várias vezes, originando moléculas muito grandes ou macromoléculas. Cada uma dessas unidades [moléculas] que se ligam é chamada **monômero**, e a molécula muito grande formada pelos monômeros chama-se **polímero** (do grego *poly* = muitos e *meros* = partes).

Monômeros

Polímeros



/// Nesta analogia, os cliques soltos representam os monômeros e, quando unidos, os polímeros. Os polímeros formados pela união de monômeros diferentes são classificados como copolímeros.

Fotos: Fernando Favoretto/Arquivo da editora

Os polímeros podem ser naturais, como é o caso da celulose, das proteínas e do látex, ou podem ser artificiais (sintéticos).

O primeiro polímero sintético de interesse industrial foi o nitrato de celulose, ou celuloide, obtido por volta de 1870. A partir dele, com o conhecimento das reações envolvidas nesse processo e com o desenvolvimento tecnológico, foi possível sintetizar uma grande quantidade de novos polímeros.

Atualmente, são conhecidos inúmeros desses compostos e seu emprego é tão comum, que é impossível passarmos um único dia sem utilizar vários deles.

Os plásticos usados, principalmente, em embalagens descartáveis são exemplos de polímeros que acarretaram grandes mudanças em nosso cotidiano.

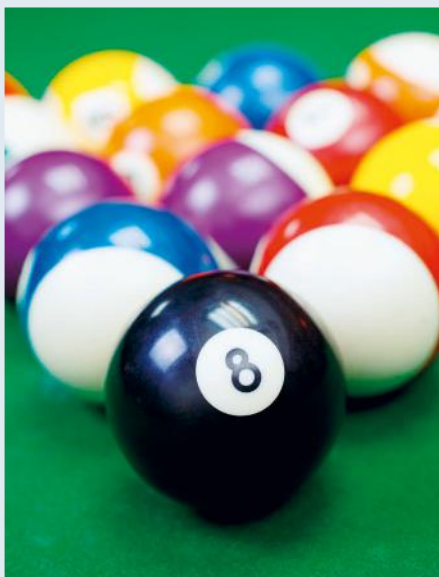
Hoje em dia, a maior parte dos produtos líquidos comercializados faz uso de embalagens plásticas. A difusão dessas embalagens trouxe facilidades a nossa vida; no entanto, o aumento de sua produção industrial tem provocado sérios problemas, como, por exemplo, o aumento do volume de lixo doméstico.

Esse problema, contudo, pode ser abrandado por meio da reciclagem dessas embalagens plásticas.

Os objetos produzidos com plásticos recicláveis têm o símbolo , o qual contém em seu interior um número que indica o tipo de polímero.

O primeiro polímero sintético: celuloide

Em 1869, por causa da falta de marfim provocada pela diminuição das manadas de elefantes na África, um grande fabricante de bolas de bilhar ofereceu um prêmio para quem conseguisse inventar um substituto para esse material.



Kucher Serhi/Shutterstock



Thinkstock/Getty Images

// As bolas de bilhar eram feitas com o marfim, obtido das presas e dos dentes dos elefantes. O marfim era usado também para confeccionar teclas de piano e joias.

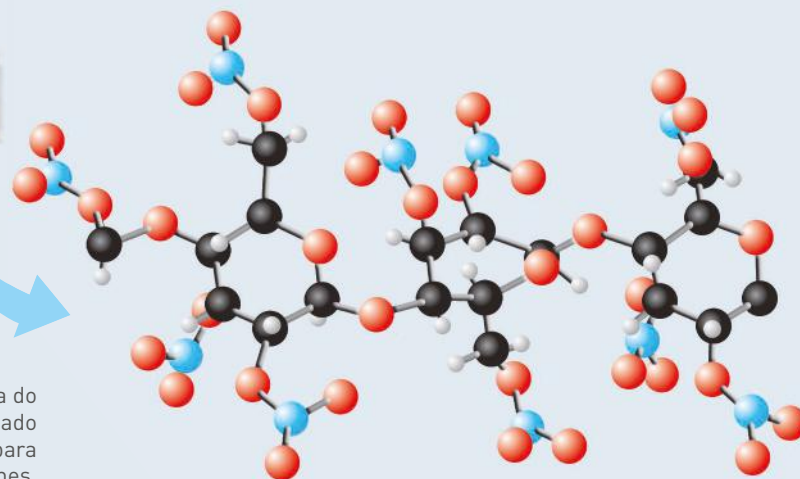
John Hyatt, um impressor de Nova Jersey (EUA), descobriu, acidentalmente, um material que aparentemente podia substituir o marfim: o nitrato de celulose ou trinitrocelulose. Porém, Hyatt não recebeu o prêmio, porque as bolas de bilhar fabricadas com esse material tendiam a explodir.

Após alguns melhoramentos, esse material foi patenteado com o nome de celuloide, no final do século XIX, e passou a ser usado na produção de vários objetos: cabos de faca, dados, botões e canetas-tinteiro.

Thinkstock/Getty Images



// Trecho da estrutura do celuloide, que foi usado durante muito tempo para a confecção de filmes.



Banco de imagens/Arquivo da editora

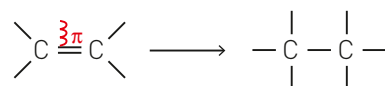
Polímeros sintéticos

Os polímeros sintéticos podem ser classificados em três grupos: polímeros de **adição**, de **condensação** e de **rearranjo**.

Veremos cada um deles separadamente.

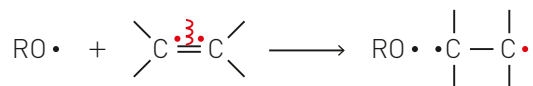
Polímeros de adição

São polímeros formados por sucessivas adições de monômeros. As substâncias utilizadas na produção desses polímeros apresentam, obrigatoriamente, pelo menos uma dupla-ligação entre carbonos. Durante a polimerização, ocorre a ruptura da ligação π e a formação de duas novas ligações simples, como mostra o esquema:

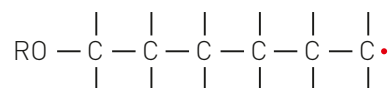


As reações de adição podem ser iniciadas de diferentes maneiras. A mais comum consiste na utilização de pequenas quantidades de compostos orgânicos que produzem radicais livres do tipo **RO•**. Esse radical reage com o monômero, produzindo uma nova estrutura.

Veja:



Essa nova estrutura, por sua vez, liga-se a outra molécula do monômero, produzindo um novo grupo, que se liga a outra molécula do monômero, e assim, sucessivamente, originam-se cadeias longas com uma valência livre.



Eventualmente, duas dessas cadeias se unem, originando o polímero.

Dependendo das condições de pressão (P), de temperatura (T) e do catalisador, os polímeros podem apresentar cadeia reta ou ramificada, o que determinará propriedades diferentes.

São muitos os polímeros de adição presentes no dia a dia. A seguir, veja alguns deles com suas respectivas aplicações.

SAIBA MAIS

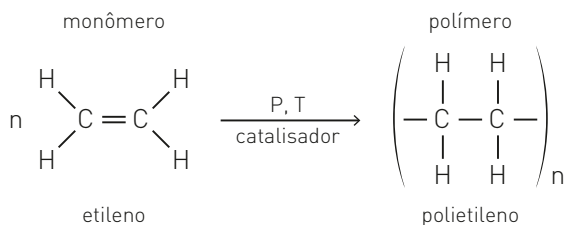
Plástico: bem supérfluo ou mal necessário?, de Eduardo Leite do Canto. Coleção Polêmica. Editora Moderna.

O autor trata da produção e das propriedades dos tipos de plástico, além de discutir os problemas decorrentes de seu uso, como descarte e reciclagem.

Polietileno

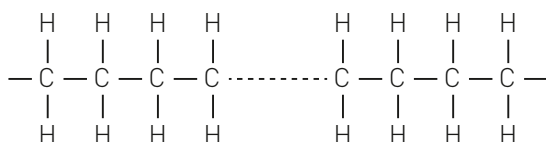
O polietileno é um dos polímeros mais comuns, de uso diário, em razão de seu baixo custo. Ele é obtido pela reação entre as moléculas do eteno.

Veja a seguir duas representações, em que n varia de 2 000 a 50 000.



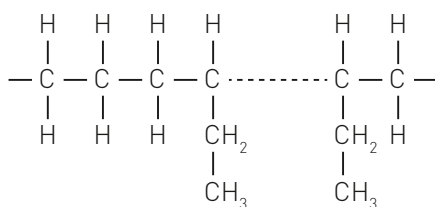
São conhecidos dois tipos de polietileno: os de cadeia reta e os de cadeia ramificada.

Polietileno de cadeia reta



Sua sigla técnica é PEAD ou HDPE e sua identificação em processos de reciclagem é dada pelo símbolo .

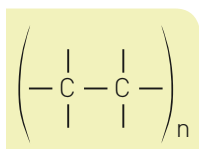
Polietileno de cadeia ramificada



Sua sigla é PEBD ou LDPE e sua identificação em processos de reciclagem é dada pelo símbolo .

É utilizado para produzir sacos plásticos, revestimento de fios e embalagens maleáveis.

Os dois tipos de polietileno – de cadeia reta e de cadeia ramificada – apresentam estruturas, propriedades e usos distintos, mas a representação genérica de ambos é feita da mesma maneira:



Albany/Arquivo da Editora

O polietileno é comercializado na forma de *pellets*, como mostrado na fotografia. Após a fusão desses *pellets*, o material pode ser moldado em diversos formatos.



Thinkstock/Getty Images

Essas cadeias lineares agrupam-se paralelamente, o que possibilita grande interação intermolecular, originando um material rígido de alta densidade, utilizado na fabricação de garrafas, brinquedos e outros objetos.



PinkShot/Glow Images

As ramificações das cadeias dificultam as interações, originando um material macio e flexível, conhecido por polietileno de baixa densidade. Na embalagem da fotografia, a tampa é feita de PEBD, mas o pote, mais rígido, é feito de PEAD.

Vários outros monômeros contendo uma dupla-ligação, semelhantes ao eteno, são usados na produção de polímeros. Veja, a seguir, alguns exemplos.

monômero $\xrightarrow[\text{catalisador}]{P, T}$ polímero		Objetos
$n \begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{CH}_3 \end{array}$ propileno	$\left(\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{CH}_3 \end{array} \right)_n$ polipropileno	 É utilizado para produzir objetos moldados, fibras para roupas, cordas, tapetes, material isolante, bandejas, prateleiras, para-choques de automóveis, entre outros. Sua sigla é PP e seu símbolo de reciclagem é .
$n \begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \\ \text{H} & & \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$ estireno	$\left(\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right)_n$ poliestireno	 O poliestireno é usado na produção de objetos moldados, como pratos, copos, xícaras, seringas, material de laboratório e outros materiais rígidos transparentes. Quando sofre expansão provocada por gases, origina um material conhecido por isopor, que é utilizado como isolante térmico, acústico e elétrico. Sua sigla é PS e seu símbolo de reciclagem é .
$n \begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{Cl} \end{array}$ cloro de vinila	$\left(\begin{array}{cc} \text{H} & \text{Cl} \\ & \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \right)_n$ policloreto de vinila (PVC)	 Uma de suas principais características é o fato de que ele evita a propagação de chamas, sendo usado como isolante elétrico. O couro sintético, que imita e substitui o couro de origem animal, é o policloreto de vinila misturado com corantes e outras substâncias que aumentam sua elasticidade. Sua sigla é PVC e seu símbolo de reciclagem é .

ZOO/Meep/Shutterstock

Martyn F Chillmaid/SPL /Latinstock

naumold/Keystone

monômero $\xrightarrow[\text{catalisador}]{P, T}$ polímero		Objetos
$n \begin{array}{c} \text{F} & & \text{F} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \diagdown \\ \text{F} & & \text{F} \end{array}$ tetrafluoretileno	$\left(\begin{array}{cc} \text{F} & \text{F} \\ & \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ & \\ \text{F} & \text{F} \end{array} \right)_n$ politetrafluoretileno (PTFE) Teflon	 O <i>Teflon</i> é um polímero excepcionalmente inerte, não combustível e bastante resistente. É usado para produzir fitas de vedação, para evitar vazamentos de água, revestimentos antiaderentes de panelas e frigideiras, isolante elétrico, canos e equipamentos para a indústria química (válvulas e registros), entre outros produtos. Sua sigla é PTFE, e seu símbolo de reciclagem, , é usado também para outros polímeros.
$n \begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{CN} \end{array}$ cianeto de vinila acrilonitrila	$\left(\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{CN} \end{array} \right)_n$ policianeto de vinila poliacrilonitrila	 Se a poliacrilonitrila for adicionada a um solvente apropriado, ela pode ser estirada facilmente, permitindo a obtenção de fibras comercializadas com o nome de <i>Orlon</i> ou <i>Acrilon</i>. Essas fibras podem sofrer processos de fiação com algodão, lã ou seda, originando vários produtos, como cobertores, mantas, tapetes, carpetes, tecidos para roupas de inverno e bichos de pelúcia. A acrilonitrila não é utilizada em processos de reciclagem.
$n \begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{O}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ & & \\ & & \text{O} \end{array}$ acetato de vinila	$\left(\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{O} \\ & \\ & \text{C}=\text{O} \\ & \\ & \text{CH}_3 \end{array} \right)_n$ poliacetato de vinila (PVA)	 Grande parte do poliacetato de vinila produzido atualmente é utilizada para a produção de tintas, adesivos e gomas de mascar. Sua sigla é PVA e seu símbolo de reciclagem é .
$n \begin{array}{c} \text{H} & & \text{CH}_3 \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{C}=\text{O} \\ & & \\ & & \text{OCH}_3 \end{array}$ meta-acrilato de metila	$\left(\begin{array}{cc} \text{H} & \text{CH}_3 \\ & \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{C}=\text{O} \\ & \\ & \text{OCH}_3 \end{array} \right)_n$ polimeta-acrilato de metila (<i>Plexiglass</i>)	 Na reação, forma-se uma massa pastosa que é colocada em moldes. As peças assim obtidas são incolores, apresentando grande transparência, por isso esse polímero é utilizado para produzir lentes de contato, painéis transparentes, lanternas de carros, painéis de propaganda, semáforos, etc. Sua sigla é PMMA e seu símbolo de reciclagem é .

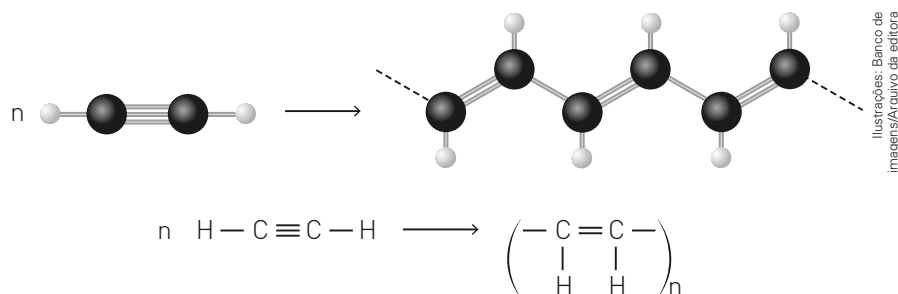
Thinkstock/Getty Images

Polímeros condutores

Recentemente, os químicos passaram a estudar polímeros que conduzam corrente elétrica sem a adição de substâncias condutoras, como, por exemplo, fibras metálicas ou de carbono.

Os polímeros condutores, também conhecidos por “metais sintéticos”, possuem propriedades elétricas, magnéticas e ópticas semelhantes às dos metais e dos semicondutores.

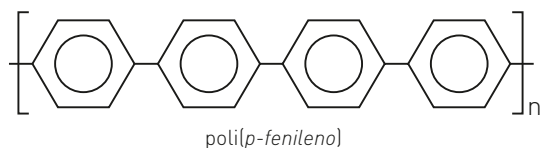
O primeiro desses polímeros – poliacetileno – foi descoberto no Instituto de Tecnologia de Tóquio, em 1976.



Esse polímero tem baixa densidade, não enferruja e pode formar lâminas finas.

Sua capacidade de condução elétrica deve-se à presença de duplas-ligações alternadas em sua estrutura, o que permite que os elétrons fiquem deslocalizados ao longo da cadeia, criando um fluxo de elétrons.

Atualmente são conhecidos outros polímeros condutores. Veja os exemplos:

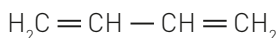


Reflita

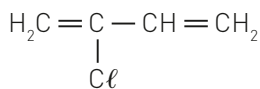
1. Observando a fórmula estrutural do etino, explique como ocorre a formação do polímero poliacetileno.
2. Quais vantagens o poliacetileno teria sobre os condutores elétricos usados atualmente?
3. Qual é o número de ligações π encontradas no monômero do poli(*p*-fenileno)?

Borrachas sintéticas

As matérias-primas mais comuns para a produção de borrachas sintéticas são:

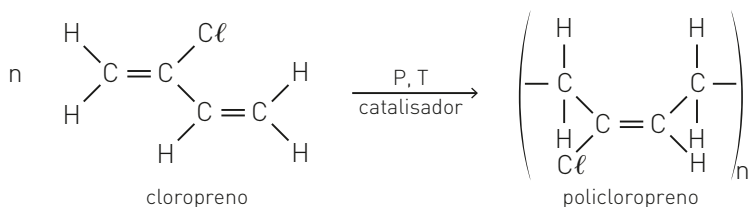
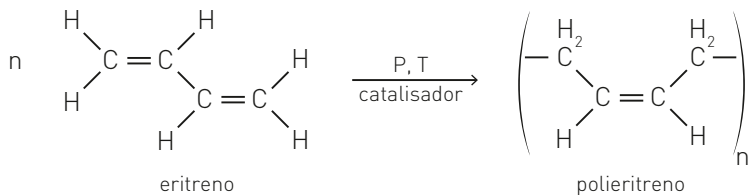


buta-1,3-dieno (eritreno)



2-clorobutano-1,3-dieno (cloropreno)

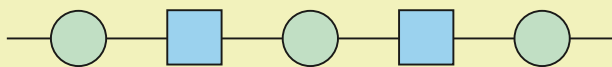
Suas polimerizações podem ser representadas por:



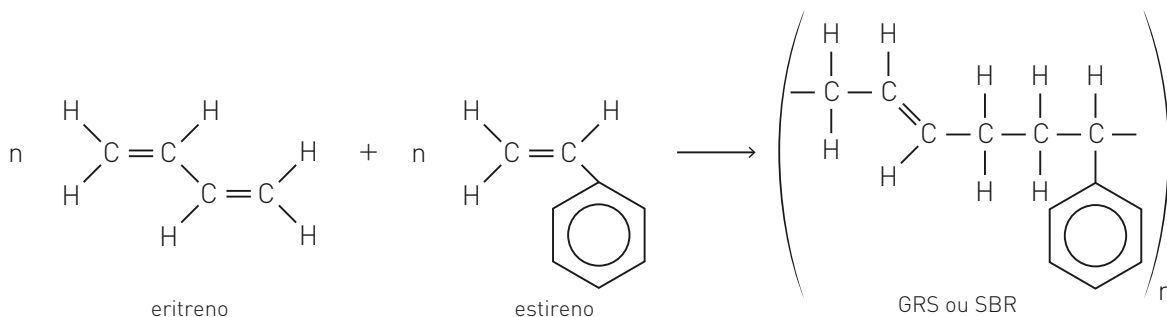
As borrachas sintéticas, quando comparadas às naturais, são mais resistentes às variações de temperatura e ao ataque de produtos químicos, sendo utilizadas para a produção de mangueiras, correias e artigos para vedação.

Existem outros tipos de borrachas sintéticas formadas pela adição de dois tipos diferentes de monômeros, representados abaixo fora de escala e em cores fantasia. Essas borrachas são classificadas como **copolímeros**.

Copolímeros são polímeros formados por mais de um tipo de monômero.



A mais importante dessas borrachas é formada pela copolimerização do eritreno com o estireno, que é conhecida pelas siglas GRS (*government rubber styrene*) ou SBR (*styrene butadiene rubber*), cuja principal aplicação é a fabricação de pneus.



As mangueiras das bombas de gasolina são de policloropreno, um tipo de borracha sintética.



As tintas do tipo látex são misturas parcialmente polimerizadas de estirenos e dienos em água. Essa mistura também contém agentes emulsificantes, como sabão, que mantêm as partículas dos monômeros dispersas na água. Após a aplicação desse tipo de tinta, a água evapora, permitindo a copolimerização e a formação de uma película que reveste a superfície.

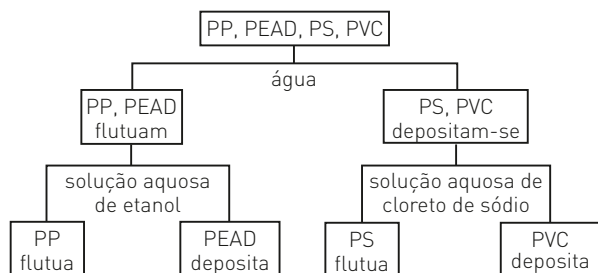
/// O polímero mais comum presente em pneus é o GRS. A borracha que constitui os pneus é reciclável e ainda pode ser queimada para produzir energia.

Exercício resolvido

(Unifesp) Na reciclagem de plásticos, uma das primeiras etapas é a separação dos diferentes tipos de materiais. Essa separação pode ser feita colocando-se a mistura de plásticos em líquidos de densidades apropriadas e usando-se o princípio do “boia, não boia”. Suponha que um lote de plásticos seja constituído de polipropileno (PP), polietileno de alta densidade (PEAD), poliestireno (PS) e cloreto de polivinila (PVC), cujas densidades são dadas na tabela.

Material	Densidade (g/cm ³)
PP	0,90-0,91
PEAD	0,94-0,96
PS	1,04-1,08
PVC	1,22-1,30

O esquema de separação desses materiais é:



a) Para a separação PP-PEAD, foi preparada uma solução misturando-se 1000 L de etanol com 1000 L de água. Ela é adequada para essa separação? Explique calculando a densidade da solução. Suponha que os volumes são aditivos. Dados de densidade: água = 1,00 kg/L e etanol = 0,78 kg/L.

b) Desenhe em seu caderno um pedaço da estrutura do PVC e explique um fator que justifique a sua densidade maior em relação aos outros plásticos da tabela.

Solução

a) Volume da mistura água-álcool = 2000 L

Massa da mistura:

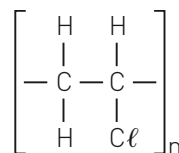
- massa de água = 1000 L · 1,00 kg/L = 1000 kg
- massa de etanol = 1000 L · 0,78 kg/L = 780 kg
- massa total = 1000 + 780 = 1780 kg

Densidade da mistura:

$$d = \frac{m}{V} = \frac{1780 \text{ kg}}{2000 \text{ L}} = 0,89 \text{ kg/L}$$

Como os plásticos PP e PEAD, segundo a tabela do enunciado, possuem densidades superiores à da solução, os dois plásticos afundariam, o que não permitiria a separação entre eles.

b) Analisando a estrutura do cloreto de polivinila (PVC), observaremos:

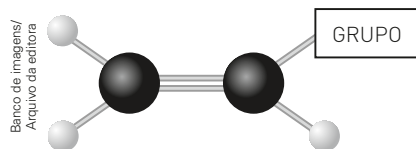


- cadeia carbônica sem ramificações com grupos orgânicos;
- grupos cloro com massa atômica relativamente elevada;
- ligações polares entre carbono e cloro.

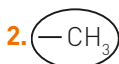
Todos esses fatores contribuem para maior compactação molecular e maior massa por unidade de volume, o que conduz a uma elevada densidade.

Fundamentando seus conhecimentos

A estrutura representada a seguir pode corresponder a vários monômeros que permitem produzir polímeros.



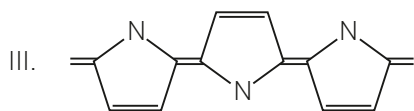
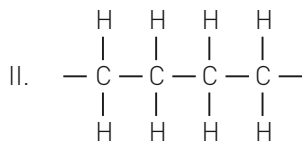
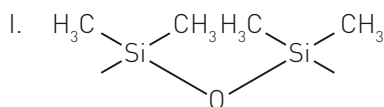
Nas questões 1 a 5, dê o nome dos monômeros e dos respectivos polímeros quando o grupo é substituído por:



6. Existem frigideiras que permitem a fritura de ovos sem que eles fiquem “grudados” nelas. Qual o nome do polímero que reveste a frigideira e de seu monômero? Escreva a fórmula estrutural do monômero em seu caderno.

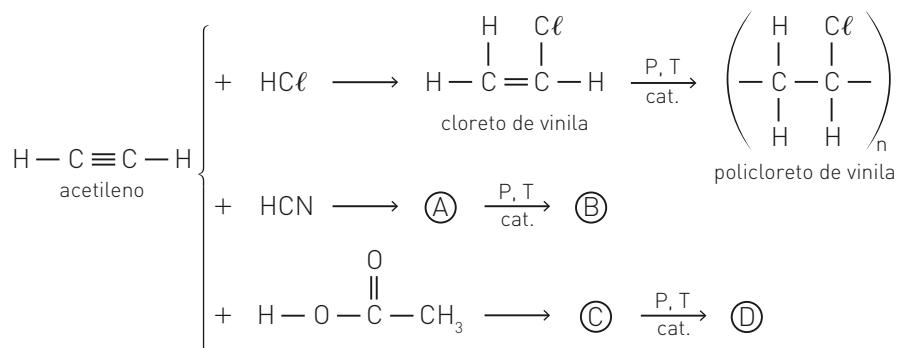
7. As janelas deste prédio, em vez de serem feitas de vidro, são feitas de um polímero: o polipirrol. Esse polímero absorve ondas eletromagnéticas e também é um condutor de eletricidade.

Qual das estruturas a seguir corresponde ao polipirrol? Justifique sua resposta.



Reprodução/Arquivo do autor

8. Partindo do acetileno e submetendo-o a reações de adição, podem ser obtidos monômeros e, a partir destes, seus respectivos polímeros. Observe a reação modelo:



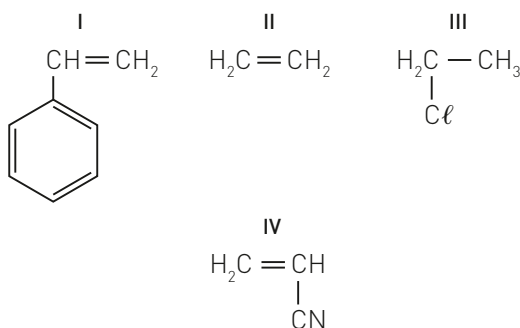
Dê as estruturas e os nomes dos monômeros A e C e de seus respectivos polímeros B e D.

Desenvolvendo seus conhecimentos

1. (Ufscar-SP) Um dos métodos de produção de polímeros orgânicos envolve a reação geral

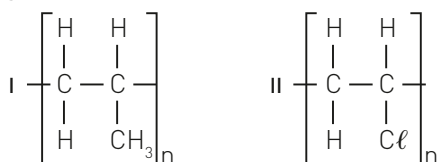


onde X pode ser H, grupos orgânicos alifáticos e aromáticos ou halogênios. Dos compostos orgânicos cujas fórmulas são fornecidas a seguir



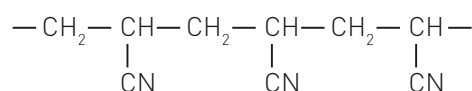
podem sofrer polimerização pelo processo descrito:

- a) I, apenas. x d) I, II e IV, apenas.
 b) III, apenas. e e) II, III e IV, apenas.
 c) I e II, apenas.
2. (Unifesp) Novos compósitos, que podem trazer benefícios ambientais e sociais, estão sendo desenvolvidos por pesquisadores da indústria e de universidades. A mistura de polietileno reciclado com serragem de madeira resulta no compósito “plástico-madeira”, com boas propriedades mecânicas para uso na fabricação de móveis. Com relação ao polímero utilizado no compósito “plástico-madeira”, é correto afirmar que seu monômero tem fórmula molecular
- a) C_2H_4 e trata-se de um copolímero de adição.
x b) C_2H_4 e trata-se de um polímero de adição.
 c) C_2H_4 e trata-se de um polímero de condensação.
 d) C_2H_2 e trata-se de um polímero de adição.
 e) C_2H_2 e trata-se de um copolímero de condensação.
3. (UFMG) Considere estas fórmulas de dois polímeros:



Os monômeros correspondentes aos polímeros I e II são, respectivamente,

- a) propano e cloroetano.
 b) propano e cloroeteno.
 c) propeno e cloroetano.
x d) propeno e cloroeteno.
4. (Fatec-SP) Orlon, uma fibra sintética, é obtido por polimerização por adição de um dado monômero e tem a estrutura a seguir.



O monômero que se utiliza na síntese desse polímero é:

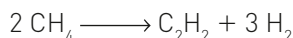
- a) $\text{CH}_3-\underset{\text{CN}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ d CH_3-CN
x e) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CN}$
 b) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CN}$
 c) $\text{CH}_2=\text{CH}_2$
5. (FGV-SP) Na tabela, são apresentadas algumas características de quatro importantes polímeros.

Polímero	Estrutura química	Usos
X	$\left[\text{CH}_2-\text{CH}_2 \right]_n$	Isolante elétrico, fabricação de copos, sacos plásticos, embalagens de garrafas.
Y	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	Fibras, fabricação de cordas e de assentos de cadeiras.
Z	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right]_n$	Embalagens descartáveis de alimentos, fabricação de pratos, matéria-prima para fabricação do isopor.
W	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH} \\ \\ \text{Cl} \end{array} \right]_n$	Acessórios de tubulações, filmes para embalagens.

Polipropileno, poliestireno e polietileno são, respectivamente, os polímeros

- a) X, Y e Z. x d) Y, Z e X.
b) X, Z e W. e) Z, Y e X.
c) Y, W e Z.

6. (UFRN) Em condições de catálise heterogênea, a altas temperaturas, o metano converte-se em acetileno e hidrogênio, segundo a equação:



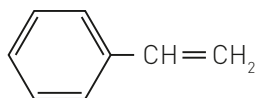
A partir desse alcino, obtém-se uma grande variedade de compostos orgânicos, que se constituem em matéria-prima para a obtenção de outros derivados, como:

- 1) $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{HCl} \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$
2) $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COH}$
3) $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{NH}_2\text{Cl} \longrightarrow \text{CHClCHNH}_2$
4) $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$

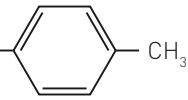
Entre os produtos obtidos a partir das reações acima, aquele utilizado como matéria-prima na fabricação do policloreto de vinila (PVC) é:

- a) CH_3COH . c) $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$.
b) CHClCHNH_2 . x d) $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$.

7. (Fuvest-SP) O monômero utilizado na preparação do poliestireno é o estireno:



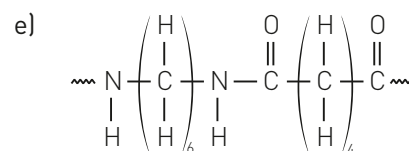
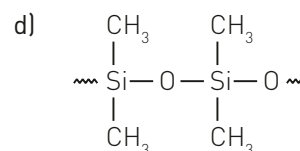
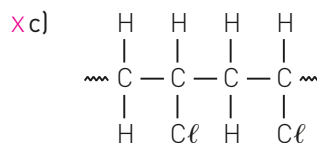
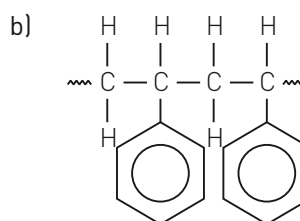
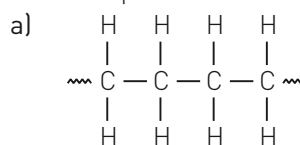
O poliestireno expandido, conhecido como isopor, é fabricado polimerizando-se o monômero misturado com pequena quantidade de um outro líquido. Formam-se pequenas esferas de poliestireno que aprisionam esse outro líquido. O posterior aquecimento das esferas a 90 °C, sob pressão ambiente, provoca o amolecimento do poliestireno e a vaporização total do líquido aprisionado, formando-se, então, uma espuma de poliestireno (isopor). Considerando que o líquido de expansão não deve ser polimerizável e deve ter ponto de ebulição adequado, dentre as substâncias abaixo,

	Substância à pressão ambiente	Temperatura de ebulição (°C)
I	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	36
II	$\text{NC}-\text{CH}=\text{CH}_2$	77
III		138

é correto utilizar, como líquido de expansão, apenas

- x a) I. d) I ou II.
b) II. e) I ou III.
c) III.

8. (UFG-GO) Um dos problemas ambientais causados por alguns polímeros é a produção de gases tóxicos ao serem queimados. Assim, derivados organo-halogenados são produzidos quando ocorre a queima de



9. (UPM-SP) Em dois “contêineres”, usados para coleta de lixo reciclável, lê-se:

somente inorgânicos

primeiro e **somente orgânicos** no segundo. Dessa

forma, no primeiro e no segundo “contêineres”, podem ser colocados, respectivamente:

- a) restos de comida e ferros de construção.
b) latinhas de alumínio e garrafas de cerveja.
c) embalagens de plástico tipo PET e cascas de coco.
x d) latinhas de alumínio e embalagens de plástico tipo PET.
e) cascas de coco e resíduos de construção (areia e cimento).

10. (Uece) Em uma indústria havia um depósito com várias sobras de materiais: caixas de papelão para embalagem, pedaços de isopor, aparas de alumínio, tijolos de barro, blocos de concreto, sacos de cimento vazios, corda de náilon e alguns caibros de madeira. Um funcionário foi indicado para efetuar a coleta seletiva desses materiais, separando-os segundo sua constituição ou composição, e colocando-os em tambores adequados. Foram colocados no tambor destinado à química orgânica os seguintes materiais:

- a) caixas de papelão, pedaços de isopor, blocos de concreto, corda de náilon, caibros de madeira.
- b) pedaços de isopor, tijolos de barro, sacos de cimento vazios, corda de náilon, caibros de madeira.
- c) caixas de papelão, pedaços de isopor, tijolos de barro, blocos de concreto, sacos de cimento vazios.
- ☒ d) caixas de papelão, pedaços de isopor, sacos de cimento vazios, corda de náilon, caibros de madeira.

11. (PUC-SP) São muitos os compostos que apresentam cadeias carbônicas grandes, formadas por milhares de átomos, unidos entre si, formando polímeros. Entre os polímeros formados somente por átomos de carbono e hidrogênio está

- a) o PVC.
- b) a albumina.
- c) a celulose.
- d) o amido.
- ☒ e) o polipropileno

12. (UFU-MG) Se você olhar ao seu redor, provavelmente identificará algum objeto constituído de um polímero. A tinta da parede, a caneta e o material de seu tênis são alguns exemplos. Os polímeros estão em toda parte, tornando nossa vida um pouco mais confortável. Responda:

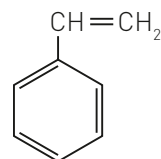
- a) O que é um polímero e qual sua constituição?
- b) Desenhe a estrutura básica do polietileno, um dos mais simples e mais importantes polímeros sintetizados pelo homem.

13. (Cefet-PR) "Dentre as medidas propostas para os consumidores diminuir a emissão dos CFC's na atmosfera, contribuindo assim para a preservação da camada de ozônio, encontram-se: evitar o uso do ar-condicionado e lavagem

de roupas a seco, evitar embalagens de poliestireno e realizar a disposição correta de refrigeradores antigos."

(Taking Action, UNEP, 1995).

O estireno possui a estrutura demonstrada abaixo e é o precursor de poliestireno (isopor), um isolante térmico obtido pela reação de _____ dos monômeros.



Assinale a alternativa que preenche corretamente a lacuna.

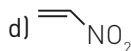
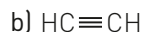
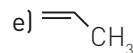
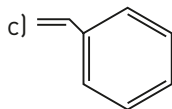
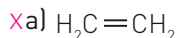
- a) copolimerização
 - ☒ b) adição
 - c) condensação
 - d) eliminação
 - e) fusão
14. (PUC-PR) O poliestireno (PS) é um polímero muito utilizado na fabricação de recipientes de plásticos, tais como: copos e pratos descartáveis, pentes, equipamentos de laboratório, partes internas de geladeiras, além do isopor (poliestireno expandido). Este polímero é obtido na polimerização por adição do estireno (vinilbenzeno). A cadeia carbônica deste monômero é classificada como sendo:
- a) Normal, insaturada, homogênea e aromática.
 - ☒ b) Ramificada, insaturada, homogênea e aromática.
 - c) Ramificada, saturada, homogênea e aromática.
 - d) Ramificada, insaturada, heterogênea e aromática.
 - e) Normal, saturada, heterogênea e alifática.

15. (Unirio-RJ)

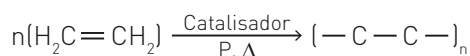
A maior fabricante de resinas termoplásticas da América Latina começa este ano a investir para que a unidade do Polo Petroquímico de Triunfo (RS) alcance 200 mil toneladas anuais de produção de polietileno "verde" – feito a partir de fontes renováveis de matérias-primas – até 2010. [...] A empresa já distribuiu amostras do polietileno ecológico a clientes, a partir de uma produção em escala piloto de 12 toneladas em Paulínia (SP). [...] Esta deverá ser a primeira empresa do mundo a ter uma unidade de produção de polietileno a partir de fonte renovável [...].

Estadão, 2008.

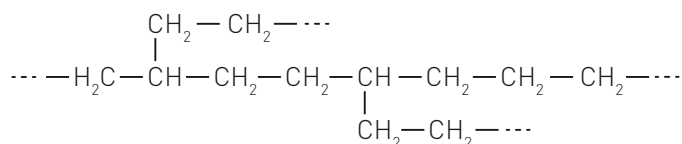
Qual dos monômeros apresentados a seguir seria mais adequado como material de partida para a síntese do polímero no texto acima?



- 16.**(UFRN) O polietileno, apesar do impacto negativo sobre o ambiente, é um dos plásticos mais utilizados no mundo. O polietileno de baixa densidade (PEBD) é muito usado em sacolas de supermercado, em filmes para embalagens, dentre outros produtos. O PEBD é obtido sob pressões elevadas, na presença de catalisador e sob altas temperaturas, conforme a equação simplificada abaixo:



A macromolécula do PEBD pode ser representada por:

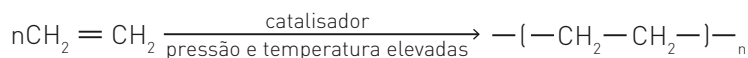


- a)** Nomeie o composto que é a matéria-prima para a produção do PEBD.
- b)** O PEBD não se dissolve na água, produzindo um impacto negativo quando jogado no ambiente. Explique, com base na estrutura do PEBD, na estrutura das moléculas de água e nas interações intermoleculares, a grande estabilidade desse plástico no que diz respeito à umidade (ação da água).
- 17.**(UFSC) Alguns tipos de plásticos permanecem no ambiente por mais de 500 anos e quando são descartados interferem no ambiente de várias formas. Mais recentemente tem-se pesquisado e começam a ser produzidos plásticos chamados de biodegradáveis, cuja finalidade é serem menos agressivos ao ambiente. Podemos citar como exemplo de polímeros o polietileno, que é utilizado na fabricação de recipientes para alimentos, sacos plásticos, entre outros. Já com o PVC fazem-se toalhas de mesa, cortinas para boxe, couro artificial, encaamentos, juntas, válvulas, telhas, etc.

Dados adicionais: reciclagem mecânica de plásticos: é a conversão de materiais plásticos em grânulos para produção de novos produtos.

Assinale a(s) proposição(ões) CORRETA(S).

01) A equação a seguir é um exemplo da reação de síntese do polímero polietileno.



02) Para dar origem a um polímero de adição é necessário que o monômero possua ligações π .

04) A fórmula do PVC pode ser assim representada: $\text{-(CH}_2\text{-CH(OH)-)}_n$

08) O monômero que dá origem ao polietileno tem fórmula molecular $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ e chama-se etino.

16) Um produto é considerado biodegradável quando micro-organismos naturais podem decompô-lo, transformando-o em substâncias simples presentes no ambiente.

32) A reciclagem mecânica do PVC é um fenômeno químico, pois ocorre a transformação de um material plástico em um novo produto.

01, 02 e 16.

Polímeros de condensação

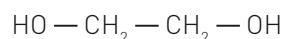
Esses polímeros são formados, geralmente, pela reação entre dois monômeros diferentes, com a eliminação de moléculas pequenas — por exemplo, água. Nesse tipo de polimerização, os monômeros não precisam apresentar duplas-ligações entre carbonos, mas é necessária a presença de dois tipos de grupos funcionais nos dois monômeros diferentes.

Veja, a seguir, alguns polímeros de condensação e suas aplicações.

Poliéster

Como o próprio nome diz, esse polímero é caracterizado por vários grupos de ésteres, que são produtos da reação entre ácidos carboxílicos e álcoois, com a eliminação de água. Como a formação desse tipo de polímero exige que cada monômero apresente os dois grupos funcionais em quantidades iguais, podem-se usar um diácido e um diálcool na reação.

Um dos tipos de poliéster mais comuns é o **Dacron**, obtido pela reação entre o ácido tereftálico e o etilenoglicol (etanodiol).

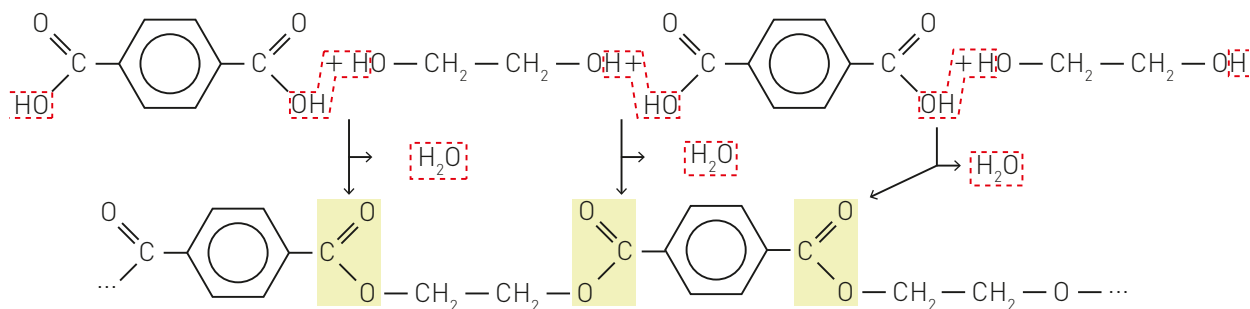


etilenoglicol ou etanodiol

Cada grupo carboxila —C(=O)OH do ácido reage com um grupo hidroxila —OH

do álcool, originando um grupo éster, com a eliminação de uma molécula de água. Como cada molécula do ácido apresenta duas carboxilas e cada molécula do álcool possui duas hidroxilas, cada um desses monômeros reagirá duas vezes. Esse processo se repete muitas vezes e origina, no mínimo, 500 grupos de ésteres.

Essa reação pode ser representada pela equação:



Esse polímero é conhecido por **polietileno tereftalato (PET)** e costuma ser comercializado com os nomes de *Dacron* e *Terylene*.

/// Anualmente, são produzidos cerca de 5 milhões de toneladas de *Dacron*, que são empregados na fabricação de tecidos, cordas, filmes fotográficos, guarda-chuvas, embalagens e garrafas plásticas, gabinetes de forno, etc.

O símbolo usado para a reciclagem é



Fotos: Thinkstock/Getty Images

Quando misturado ao algodão, esse polímero forma um tecido muito conhecido, denominado **tergal**.



Nathan Benn/Corbis/Getty Images



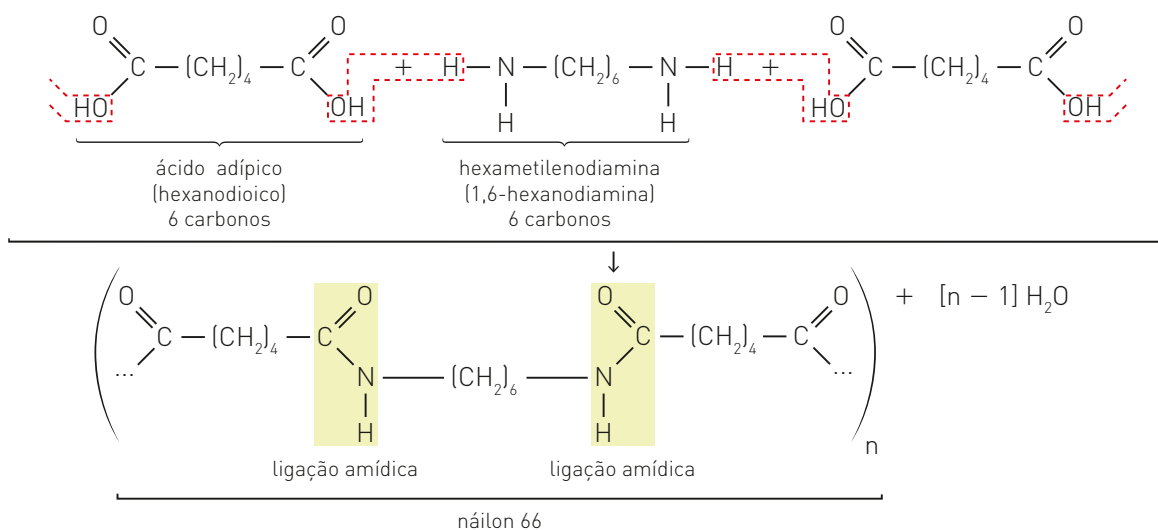
Mauro Fermiello/SP/Latinstock

// A pele sintética, que substitui enxertos de pele humana de doadores ou de pele de porco, é usada para recobrir queimaduras graves a fim de evitar perda excessiva de fluidos e infecção. É um poliéster obtido por meio da reação entre o ácido glicólico ($\text{HO} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$) e o ácido láctico ($\text{H}_3\text{C} - \text{CHOH} - \text{COOH}$).

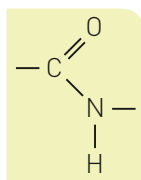
// Na Medicina, pelo fato de não provocar processos alérgicos e de rejeição, o *Dacron* é utilizado na produção de vasos e válvulas cardíacos (A) e, ainda, como protetor para facilitar a regeneração de tecidos orgânicos de vítimas de queimaduras (B).

Poliamidas

A reação de polymerização por condensação que origina as poliamidas ocorre entre um diácido carboxílico e uma diamina. A poliamida mais conhecida é o **náilon 66** (ou *nylon 66*), obtido pela primeira vez pelo químico e inventor Wallace Carothers (1896-1937), em 1935, ao reagir ácido adípico e hexametilendiamina:



Em Biologia, a ligação amídica é denominada **ligação peptídica**, pois é encontrada nas proteínas. Seu grupo funcional pode ser representado por:



Craig Wactor/Shutterstock

// Carretel de fio de náilon.



// A estrela do cinema estadunidense das décadas de 1930 e 1940 Betty Grable leiloa suas meias de náilon por 40 mil dólares no comício de adesão à Segunda Guerra Mundial. Uma campanha encorajou as mulheres a doarem meias de náilon a fim de que fossem fundidas para fabricar paraquedas.

Leslie Garland Picture Library/Alamy/Fotorena



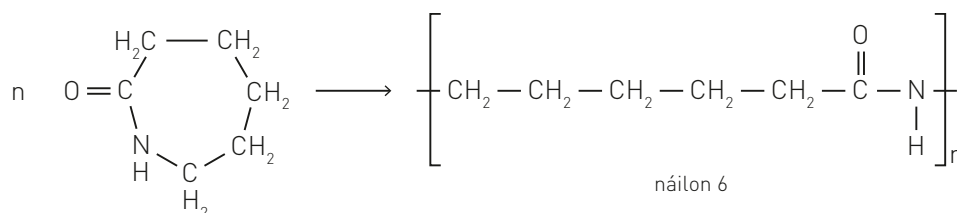
Zoonar GmbH/Alamy/Fotorena



Thinkstock/Getty Images

// Hoje, além de fazer parte de inúmeras peças do vestuário, o náilon é empregado na indústria automotiva e na produção de artigos esportivos, acessórios elétricos e mecânicos e cerdas de escovas.

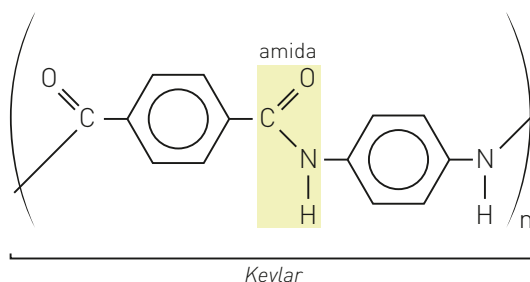
Embora exista atualmente uma grande variedade de tipos de náilon, os mais comuns ainda são o náilon 66 e o náilon 6, este último obtido pela polimerização do hexano-6-lactama:



// Uma poliamida de última geração é o Kevlar, fibra sintética de aramida, um polímero de altíssima resistência e baixa densidade, utilizado para produzir coletes à prova de balas, chassis de carros de corrida, bicicletas e peças de aviões.



Viana Photography/Alamy/Glow Images

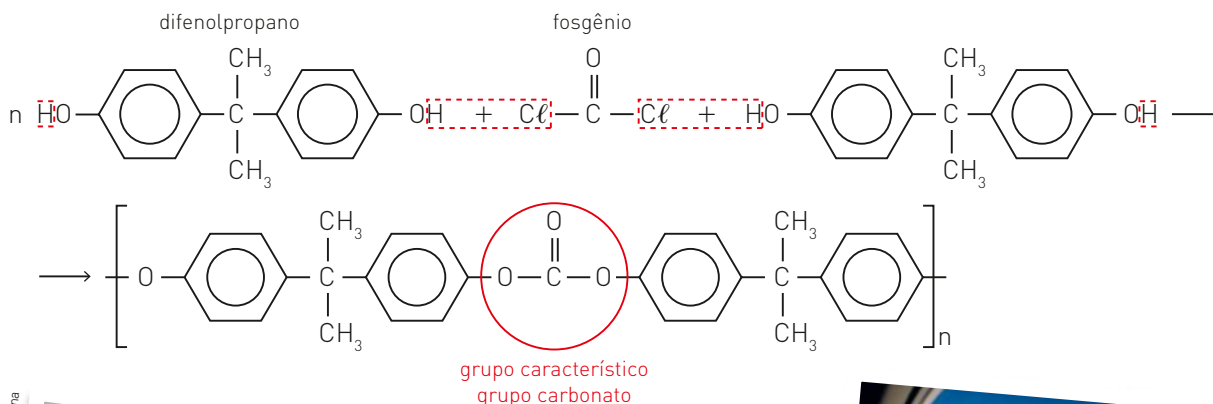


Policarbonatos

Os policarbonatos começaram a ser comercializados em 1957. Esses polímeros apresentam alta resistência ao impacto, são transparentes e têm baixo custo, pois seus monômeros são baratos.

Geralmente, são comercializados com os nomes de *Lexan*, *Makrolon* ou *Duralon* e podem ser usados para substituir o vidro em janelas de prédios, residências e carros e na fabricação de placas transparentes resistentes a impactos.

Sua obtenção é representada pela seguinte reação:



Military Images/Alamy/Fotorena



Thinkstock/Getty Images

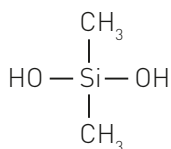


Isachic/Shutterstock

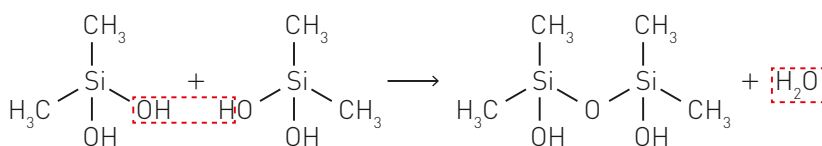


Silicones

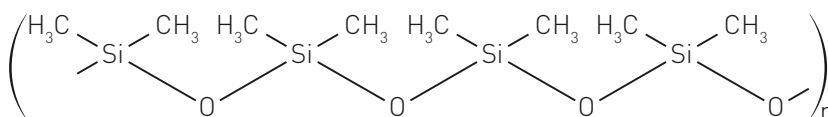
Nos silicones, o elemento característico é o silício (Si), que apresenta propriedades semelhantes às do carbono por estar na mesma família periódica. Uma das variedades de silicone é obtida pela condensação do dimetilsiloxano, cuja estrutura pode ser representada por:



Sua polimerização pode ser representada pela seguinte equação:



e a estrutura do polímero pode ser representada por:



Devido às suas características, os policarbonatos são empregados na produção de escudos anti-impacto usados por policiais, janelas de avião, CDs e até visores de capacetes de astronautas.



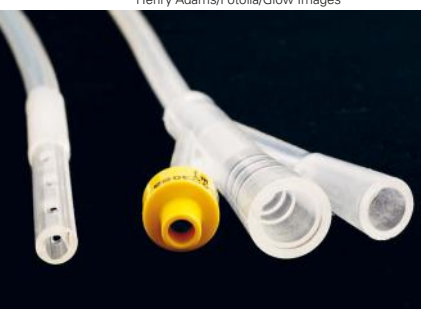
Thinkstock/Getty Images

Os vários tipos de silicone podem originar óleos e borrachas, e sua utilização engloba desde vedação de janelas, próteses cirúrgicas e impermeabilizantes até brinquedos.

Polímeros de silicone



// Cera sendo aplicada em um carro.



// Os tubos de silicone da fotografia são usados para drenar o excesso de fluido do cérebro em pessoas com hidrocefalia. Tubos semelhantes a esses são usados como cateteres para introduzir medicamentos no organismo dos pacientes ou retirar amostras de fluidos do corpo para análise. Nesses casos, para evitar reações indesejáveis, as peças são tratadas com um anticoagulante.

Os polímeros de silicone ou borrachas de silicone, introduzidos no mercado em 1943, têm diversas aplicações devido à sua grande estabilidade física e ao fato de serem quimicamente inertes.

Provavelmente, você já viu uma cera ou um polidor à base de silicone ser usado em carros. Além de retirar sujeiras aderidas à pintura, o silicone cria uma camada impermeabilizante que a protege.

Muitos produtos usados para vedação, como seladores ou impermeabilizantes, são feitos de silicone.

Quando extremamente purificados, os silicones têm sido usados em Medicina com várias finalidades.

Com o silicone, são produzidas muitas próteses usadas como implantes em pessoas que, após acidentes ou doenças, tiveram parte do corpo mutilada. Podemos citar, entre outras partes, orelha, queixo, tendões e dedos.

Um tipo de implante de silicone que alcançou notoriedade é o realizado nos seios, visando melhorar a aparência ou por motivo de doença. Sobre esse tema, já em 1992, iniciou-se um grande debate. Uma parcela pequena de médicos e pesquisadores acredita que esse implante poderia ser um risco potencial para a paciente. Ele poderia se romper e espalhar silicone pelos tecidos do corpo, causando uma resposta autoimunológica cujos sintomas são parecidos com os de uma artrite.



// Além do implante em seios (imagem acima), o silicone é utilizado em próteses de testículos.

// Com finalidade estética e psicológica, após acidentes graves, com amputações de partes do corpo, são usadas próteses feitas de silicone.



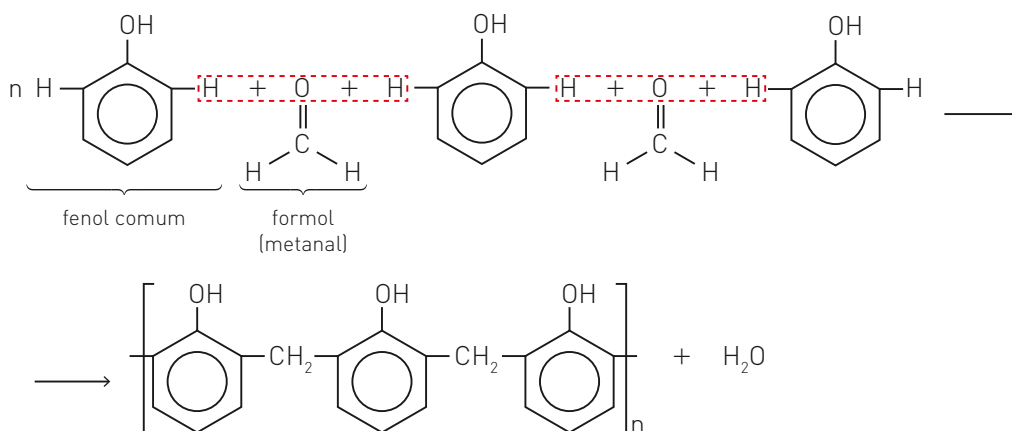
Toshitomi Kitamura/Agência France-Press

Reflita

1. O silicone é um polímero sintético ou natural?
2. Qual característica dos silicones permite que eles façam parte de próteses usadas em implantes?
3. O silicone é usado em diversas áreas da Medicina e é matéria-prima para a produção do óleo de silicone, que é aplicado dentro do olho do paciente em cirurgias para o tratamento de descolamento da retina. Esse óleo tem uma tensão superficial adequada que o impede de escorrer através de orifícios da retina, evitando assim um novo descolamento. Ao mesmo tempo, ele permite que a retina se mantenha no lugar. Que característica física desse óleo permite que o paciente continue recebendo estímulos visuais externos?
4. Cite um possível risco do uso de implantes de silicone nos seios.

Polifenol

Polifenóis são polímeros de condensação de moléculas de fenol. O polifenol mais comum é a baquelite, obtida pelo químico estadunidense Leo Hendrik Baekeland (1863-1944), ao reagir fenol comum com formol (metanal):



Entre as aplicações da baquelite, a mais comum é a fabricação de produtos como cabos de painéis, tomadas, interruptores elétricos e aparelhos de telefone. Quando produzida na forma de laminados, a baquelite é usada no revestimento de móveis, sendo conhecida por **fórmica**.

Fotos: Thinkstock/Getty Images



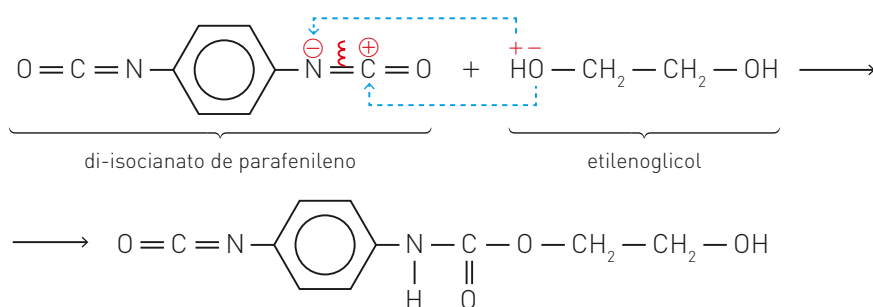
Nas décadas de 1920 e 1930, a baquelite foi muito utilizada para produzir bolas de bilhar, telefones e câmeras fotográficas.

Polímeros de rearranjo

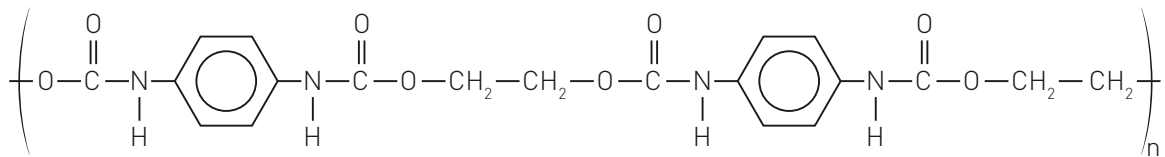
Esse tipo de polímero requer um ou mais monômeros, que sofrerão um rearranjo em suas estruturas à medida que ocorrer a polimerização. O polímero de rearranjo mais comum é a poliuretana.

Poliuretana

Uma poliuretana pode ser obtida pela reação entre o di-isocianato de para-fenileno e o etilenoglicol:

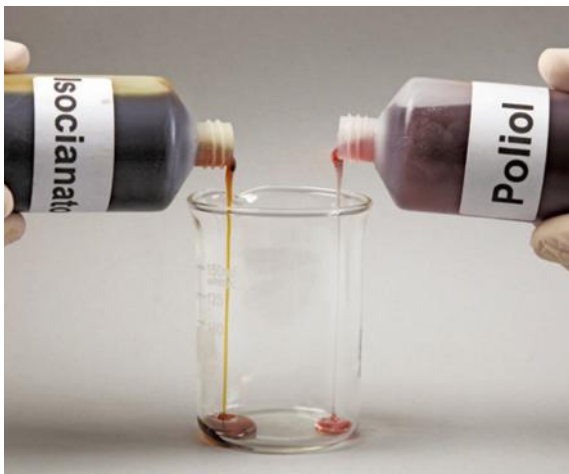


A estrutura desse polímero pode ser representada por:



As poliuretanas podem ser rígidas, flexíveis ou, ainda, ter a forma de espumas, dependendo das condições em que ocorre a reação. Na produção de espuma, por exemplo, a um dos reagentes é misturado o gás freon, que durante a reação tende a se desprender, provocando a expansão do polímero. Pode ser usado em várias áreas, dependendo das características:

- espuma – colchões, estofados, forração, isolante térmico e acústico;
- espuma rígida – peças automotivas, saltos de sapato e fibras.



Fotos: Sérgio Dotta Jr./Arquivo da editora

// Na produção de poliuretana, ocorrem aumento de volume e liberação de calor.

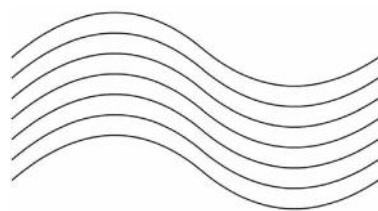
Ação do calor sobre polímeros

Dependendo do comportamento que apresentam quando aquecidos, os polímeros podem ser classificados em **termoplásticos** ou **termofixos**.

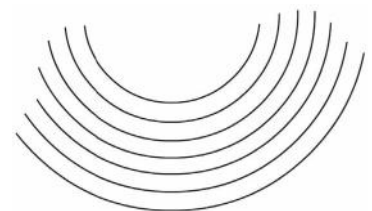
Termoplásticos: polímeros de cadeias lineares que, quando aquecidos, “amolecem”, permitindo a sua moldagem, e, quando resfriados, endurecem. Isso ocorre porque as ligações intermoleculares são fracas e podem ser rompidas com o aquecimento.



// Forma final e pré-forma da embalagem de um refrigerante. O PET, como a maioria dos polímeros sintéticos, é termoplástico.



// Os termoplásticos não apresentam ligações cruzadas.



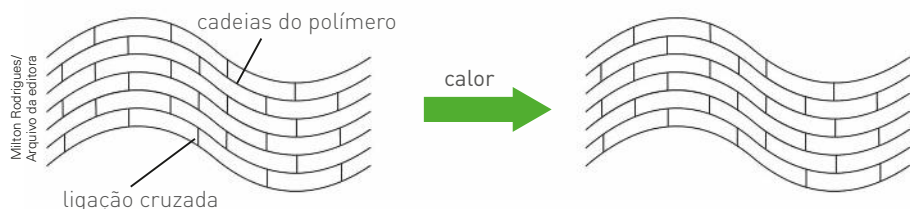
// Quando aquecidos, os termoplásticos podem ser moldados em formatos diferentes.

Milton Rodrigues/Arquivo da editora



// Ao aquecer um frasco de polímero termofixo, evitando sua queima, gradualmente ele se retrai, tomando a forma original, que era de um quadrado de plástico (poliestireno).

Termofixos: polímeros com uma grande cadeia cruzada. Durante o aquecimento, não “amolecem” e, com aquecimento mais intenso, se decompõem.



// Termofixos apresentam estrutura com várias ligações cruzadas.

// As ligações covalentes, responsáveis pelas ligações cruzadas, não são quebradas facilmente.

O exemplo mais comum de um termofixo é a baquelite.

Reconhecendo alguns polímeros

Fazendo cuidadosamente uma queima, é possível reconhecer alguns polímeros sem a necessidade de análises químicas complexas:

- poliestireno: cheiro doce e fumaça preta;
- náilon: cheiro de cabelo queimado;
- polietileno e polipropileno: cheiro de parafina (vela);
- poliacetato de vinila (PVA): libera formol, de cheiro característico, irritante e tóxico;
- polietileno tereftalato (PET): cheiro adocicado;
- policloreto de vinila (PVC): um fio de cobre aquecido e encostado à peça de PVC, quando levado à chama novamente, produz chama verde.

O reconhecimento pelo cheiro, no entanto, pode ser perigoso. Por isso, só deve ser feito com muito cuidado, em laboratório, por pessoas que estejam familiarizadas com práticas experimentais.

Observando os símbolos das embalagens ou dos objetos produzidos de polímeros, também podemos identificar o polímero. Além disso, dessa maneira pode-se saber se ele é reciclável.

Veja, a seguir, os símbolos internacionais utilizados na reciclagem.



PET
polietileno tereftalato



PP
polipropileno



PEAD
polietileno de alta densidade



PS
poliestireno



PVC
cloreto de polivinila



Outros



PEBD
polietileno de baixa densidade

Consequências do uso de polímeros sintéticos e soluções

Até o início da década de 1960 pensava-se não haver grandes problemas com a qualidade e a quantidade do lixo produzido pelo ser humano: o papel e o papelão eram os materiais mais utilizados na embalagem de sólidos, enquanto latas e vidros eram utilizados para líquidos. O descarte dessas embalagens era feito em **aterros sanitários**, onde, ainda hoje, camadas de lixo e terra são alternadas e sofrem compactação mecânica.

Thinkstock/Getty Images



// O surgimento dos detergentes líquidos e de outros produtos de limpeza doméstica incentivou intensamente o uso de embalagens plásticas. Elas podem sofrer deformação sob pressão, o que propicia a expulsão do líquido, mas retomam o seu formato inicial. No entanto, nem todas podem ser reaproveitadas ou são recicláveis como o papel.

devido às características desse material. Os plásticos são obtidos a baixo custo; são praticamente inertes; alguns podem ser moldados a baixas temperaturas; são impermeáveis, como o vidro e os metais, e flexíveis e rijos o suficiente para resistir a impactos.

O uso de plásticos aumenta cerca de 25% por ano. Esse uso intensivo de embalagens plásticas traz consequências graves para o ambiente e aumenta o já complicado problema da destinação final do lixo.

As embalagens de vidro eram retornáveis, por isso podiam ser aproveitadas por muito tempo.

As latas muitas vezes eram separadas do lixo doméstico e vendidas a pessoas que percorriam as ruas comprando materiais reaproveitáveis. Essas latas eram armazenadas em ferros-velhos e, depois, levadas para fundições, onde eram recicladas.

O papel e o papelão também eram recolhidos e reciclados de maneira semelhante. Esses materiais, quando descartados nos aterros, eram rapidamente biodegradados no ambiente por serem constituídos de celulose, assim como os materiais de origem vegetal.

Com o uso generalizado dos plásticos, a situação relacionada com o descarte do lixo foi modificada,

Image Source/Photodisc/Getty Images

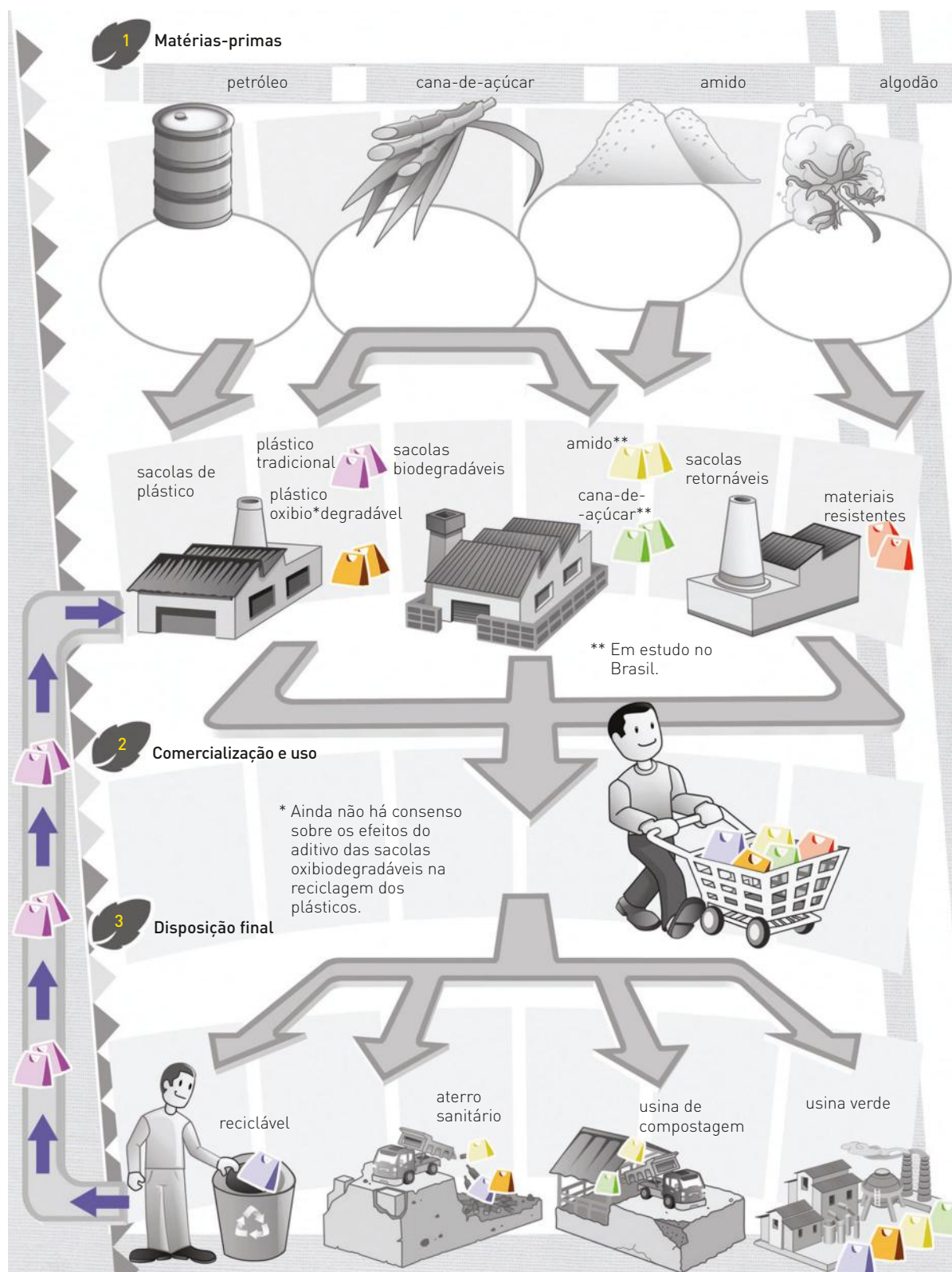


Existem muitas iniciativas para diminuir a quantidade de sacolas plásticas, já em aplicação em vários países:

- utilização de sacolas retornáveis, feitas de material durável, que podem ser reutilizadas muitas vezes;
- cobrança pelas sacolas plásticas;
- sacolas feitas de material oxibiodegradável;
- sacolas feitas com plástico produzido a partir da cana-de-açúcar.

// Grande parte do lixo despejado diariamente em aterros sanitários é formada por sacolas plásticas. No Brasil, atualmente, os supermercados e vários outros estabelecimentos consomem 800 milhões de sacolas plásticas por mês.

O esquema abaixo, extraído do jornal *O Estado de S. Paulo*, mostra algumas opções para a diminuição do uso e para o descarte de sacolas plásticas.



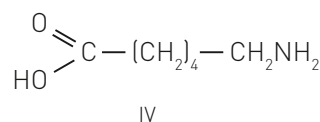
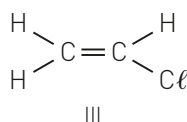
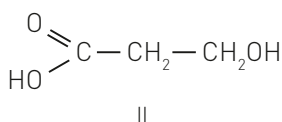
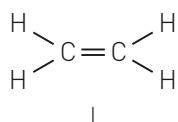
Estúdio Ampia Arena/Arquivo da editora

Fonte: *O Estado de S. Paulo*, caderno Vida & Sustentabilidade, p. H4, 27 fev. 2009.

1. Quais matérias-primas podem produzir sacolas para acondicionamento de produtos? Desses recursos, quais poderiam produzir um plástico de origem renovável?
2. Você acha certo que mercados, padarias, lojas, farmácias e outros estabelecimentos comerciais cobrem pelo uso de sacolas plásticas? Escreva argumentos contra essa prática e a favor dela.
3. Escreva um pequeno texto explicando as diferenças entre um "lixão" e um aterro sanitário. Cite alguns fatores que tornam o aterro sanitário menos nocivo ao meio ambiente.
4. Cite algumas maneiras de diminuir a quantidade de lixo produzida em sua casa.
5. Pesquise na internet ou na biblioteca de sua escola ou cidade o número de aterros sanitários existentes em seu município. Pesquise também se há usinas de compostagem ou usinas verdes.

Fundamentando seus conhecimentos

1. Entre os monômeros a seguir,

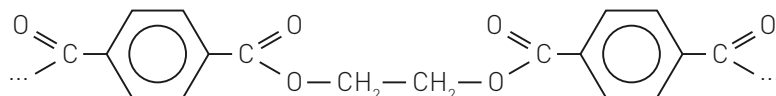


quais produzem polímeros de adição e quais produzem polímeros de condensação?

2. A cor escura dos vidros se deve à aplicação de uma película constituída de poliésteres.

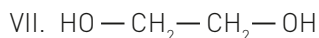
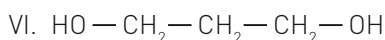
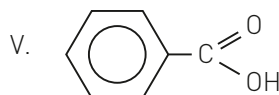
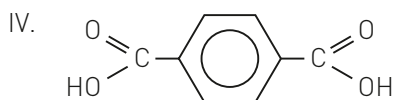
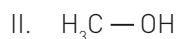
Quais funções orgânicas devem estar presentes nos monômeros que originaram essa película?

Uma das fibras mais comuns na indústria têxtil pode ser representada por:



A seu respeito, responda às questões 3 a 6.

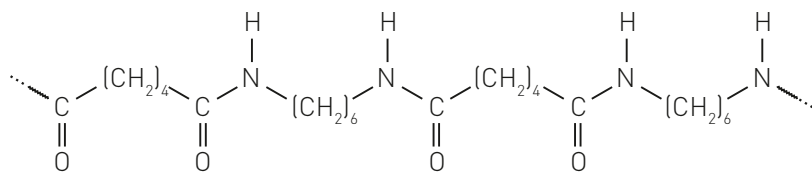
3. Indique o grupo funcional característico dessa fibra.
4. A quais funções pertencem os monômeros que devem ser utilizados para produzi-la?
5. Qual a substância eliminada na produção dessa fibra?
6. Entre as substâncias a seguir, indique quais foram utilizadas na produção dessa fibra.



A película escura é constituída de poliéster e tem como finalidade diminuir a passagem de luz.

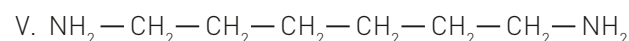
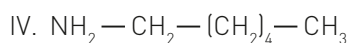
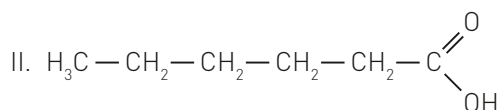
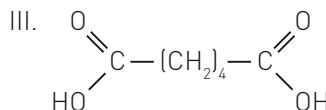
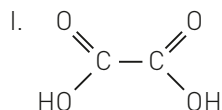
Anna Carolina Negru/Folhapress

A seguir, está representado um fragmento do náilon 66:

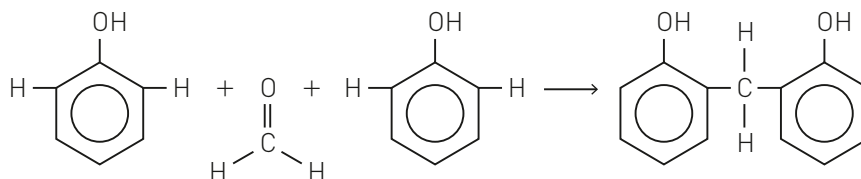


Observe a estrutura e responda às questões **7 a 10**.

7. Indique o grupo funcional presente nessa fibra.
8. A quais funções pertencem os monômeros que devem ser utilizados para produzi-la?
9. Qual é a substância eliminada na sua produção?
10. Entre as substâncias a seguir, indique quais foram utilizadas na produção dessa fibra.



A baquelite foi sintetizada no começo do século pela reação entre fenol e formol:



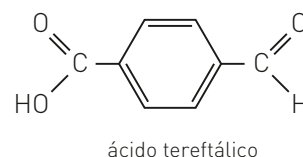
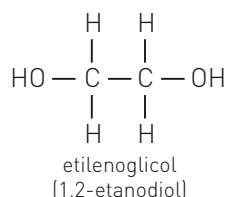
A respeito da baquelite, responda às questões **11 a 14**.

11. Durante a polimerização, ocorre a eliminação de qual substância inorgânica?
12. Cite duas aplicações da baquelite.
13. Esse polímero reage mais facilmente com ácidos ou com bases?
14. Qual é o nome comercial desse polímero quando ele é produzido em forma de lâminas utilizadas para revestimento?

Desenvolvendo seus conhecimentos

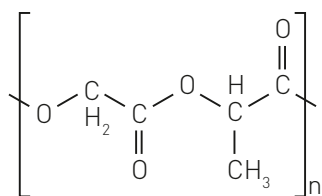
1. (Ufscar-SP) Existe um grande esforço conjunto, em muitas cidades brasileiras, para a reciclagem do lixo. Especialmente interessante, tanto do ponto de vista econômico como ecológico, é a reciclagem das chamadas garrafas PET. Fibras têxteis, calçados, malas, tapetes, enchimento de sofás e travesseiros são algumas das aplicações para o PET reciclado. A sigla PET se refere ao polímero do qual as garrafas são constituídas, o

polietileno tereftalato. Esse polímero é obtido da reação entre etilenoglicol e ácido tereftálico, cujas fórmulas são:

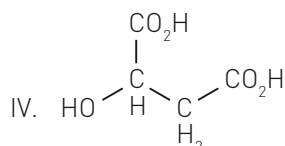
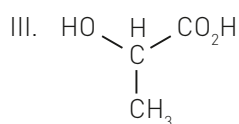
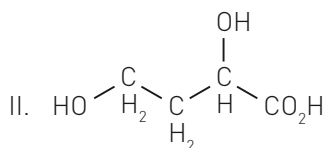
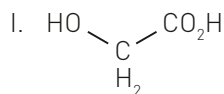


- a) Esquematize a reação de polimerização entre o etilenoglicol e o ácido tereftálico. Essa é uma reação de adição ou condensação?
- b) Reescreva as fórmulas dos reagentes e a fórmula geral do polímero e identifique as funções orgânicas presentes em cada uma delas.

2. (Fuvest-SP) Alguns polímeros biodegradáveis são utilizados em fios de sutura cirúrgica, para regiões internas do corpo, pois não são tóxicos e são reabsorvidos pelo organismo. Um desses materiais é um copolímero de condensação que pode ser representado por:

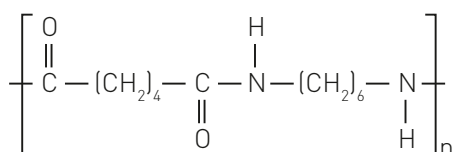


Dentre os seguintes compostos, os que dão origem ao copolímero citado são:



- a) I e III. d) I e II.
b) II e III. e) II e IV.
c) III e IV.

3. (FGV-SP) O náilon-66, estrutura representada na figura, é um polímero de ampla aplicação na indústria têxtil, de autopeças, de eletrodomésticos, de embalagens e de materiais esportivos.

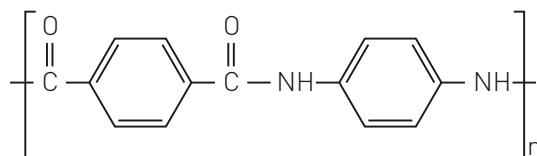


Esse polímero é produzido a partir da reação do ácido hexanodioico com o 1,6-diamino-hexano, formando-se também água como subproduto.

Quanto à classificação do polímero náilon-66 e ao tipo de reação de polimerização, é correto afirmar que se trata de:

- a) poliéster e reação de adição.
b) poliéster e reação de condensação.
c) poliamida e reação de adição.
d) poliamina e reação de condensação.
x e) poliamida e reação de condensação.

4. (Vunesp-SP) O Kevlar, um polímero de excepcional resistência física e química, tem a unidade básica de repetição representada a seguir.



Na reação de condensação entre os reagentes precursores, ocorre a formação do polímero e a eliminação de água como subproduto. Identifique as funções orgânicas dos dois reagentes precursores.

5. (Uema) Analise as figuras 1 e 2 abaixo.

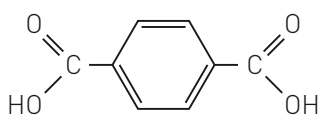


Figura 1

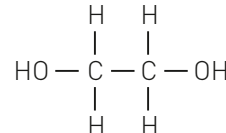


Figura 2

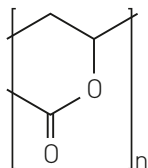
O termo PET, sinônimo de embalagem de refrigerante, deriva do nome científico dado a esse plástico: poli(tereftalato de etileno).

O PET é obtido, industrialmente, a partir de transformações químicas especiais, chamadas de reações de polimerização (moléculas menores reagem e formam moléculas bem maiores). No caso do PET, os reagentes mais utilizados para formar os monômeros são as substâncias orgânicas, usualmente denominadas ácido tereftálico (Figura 1) e etilenoglicol (Figura 2). Entretanto, a IUPAC estabelece nomenclaturas oficiais para esses compostos.

Para o ácido tereftálico e para o etilenoglicol, as respectivas nomenclaturas oficiais são

- a) 1,3-benzenodioico e etanodiol.
b) ácido 1,3-benzenodioico e etanodiol.
c) 1,4-benzenodioico e 1,2-etanodiol.
x d) ácido 1,4-benzenodioico e 1,2-etanodiol.
e) ácido 1,2-benzenodioico e 1,2-etanodiol.

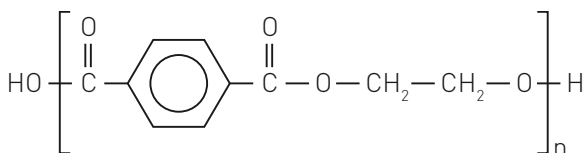
6. (Uerj) O poli(álcool vinílico) é obtido pela hidrólise ácida do poli(acetato de vinila). Observe a estrutura química do poli(acetato de vinila) a seguir.



Escreva a equação química completa e balanceada correspondente à reação de obtenção do poli(álcool vinílico). Aponte, entre os dois polímeros citados, aquele que apresenta maior solubilidade em água. Em seguida, justifique sua resposta.

7. (Enem)

O uso de embalagens plásticas descartáveis vem crescendo em todo o mundo, juntamente com o problema ambiental gerado por seu descarte inapropriado. O politereftalato de etileno (PET), cuja estrutura é mostrada, tem sido muito utilizado na indústria de refrigerantes e pode ser reciclado e reutilizado. Uma das opções possíveis envolve a produção de matérias-primas, como o etilenoglicol (1,2-etanodiol), a partir de objetos compostos de PET pós-consumo.

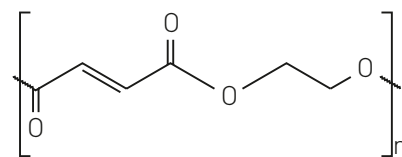


Disponível em: www.abipet.org.br.
Acesso em: 27 fev. 2012 (adaptado).

Com base nas informações do texto, uma alternativa para a obtenção de etilenoglicol a partir do PET é a

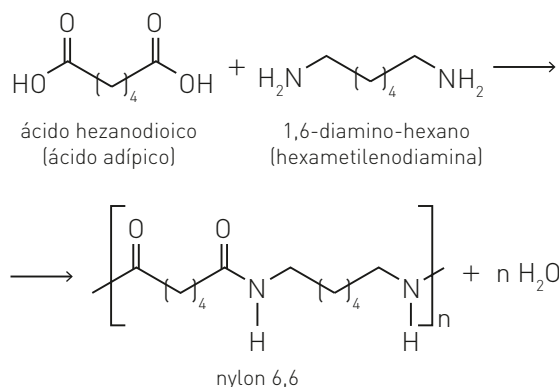
- a) solubilização dos objetos.
 - b) combustão dos objetos.
 - c) trituração dos objetos.
 - ✗ d) hidrólise dos objetos.
 - e) fusão dos objetos.
8. (UFRJ) Muitas peças de plataformas marítimas para exploração de petróleo são fabricadas com compósitos poliméricos à base de poliésteres insaturados; esses poliésteres são misturados com microesferas ocas de vidro, formando estruturas rígidas, leves e resistentes.
- a) A principal matéria-prima utilizada na fabricação das microesferas ocas de vidro é o SiO_2 . Dê o nome dessa substância.

- b) A figura abaixo representa um poliéster insaturado.



Escreva a estrutura em bastão dos dois monômeros que reagem entre si para formar essa resina poliéster.

9. (Enem) O Nylon® é um polímero (uma poliamida) obtido pela reação do ácido adípico com a hexametilenodiamina, como indicado no esquema reacional.



Na época da invenção desse composto, foi proposta uma nomenclatura comercial, baseada no número de átomos de carbono do diácido carboxílico, seguido do número de carbonos da diamina. De acordo com as informações do texto, o nome comercial de uma poliamida resultante da reação do ácido butanodioico com o 1,2-diamino-etano é

- a) Nylon 4,3.
- b) Nylon 6,2.
- c) Nylon 3,4.
- ✗ d) Nylon 4,2.
- e) Nylon 2,6.

10. (Uema)

Um dos principais ramos industriais da química é o segmento petroquímico. A partir do eteno, obtido da nafta derivada do petróleo ou diretamente do gás natural, a petroquímica dá origem a uma série de matérias-primas que permite ao homem fabricar novos materiais, substituindo com vantagens a madeira, peles de animais e outros produtos naturais. O plástico e as fibras sintéticas são dois desses produtos.

O polietileno de alta densidade (PEAD), o polietileno tereftalato (PET), o polipropileno (PP) e o policloreto de vinila (PVC) são as principais resinas termoplásticas. Nas empresas transformadoras, essas resinas darão origem a autopeças, componentes para computadores e para a indústria aeroespacial e eletroeletrônica, a garrafas, calçados, brinquedos, isolantes térmicos e acústicos... Enfim, a tantos itens que fica difícil imaginar o mundo, hoje, sem o plástico, tantas e tão diversas são as suas aplicações.

Fonte: Disponível em: <<http://atividadesdeciencias.blogspot.com.br>>. Acesso em: 16 jun. 2014.

As substâncias, em destaque, são exemplos de

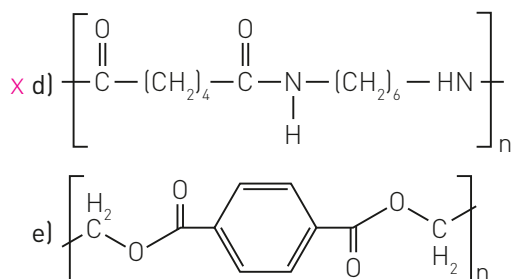
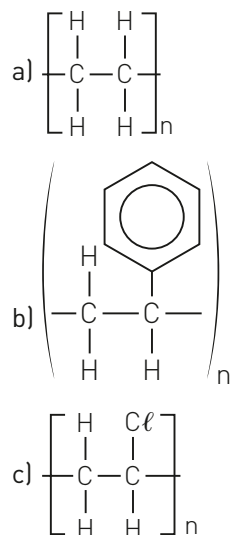
- a) amidos.
- b) celulose.
- c) proteínas.
- d) ácidos nucleicos.
- × e) polímeros sintéticos.

- 11.(UPE) Impressoras 3D vêm revolucionando por causa da sua versatilidade. Um exemplo é a produção de exoesqueleto à base de polímeros, que podem substituir o gesso, como mostrado na figura abaixo.

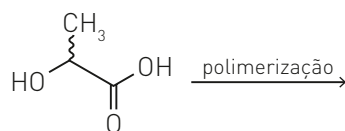


(Disponível em: <http://exame.abril.com.br/tecnologia/noticias/peca-impressa-em-3d-substitui-gesso-usado-em-fraturas>. Adaptado.)

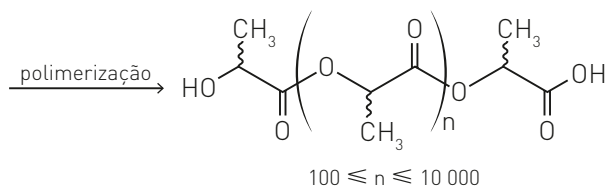
O nylon é um material muito interessante para esse tipo de impressão, uma vez que produz peças flexíveis e muito resistentes. Um tipo de estrutura polimérica desse material é representada por



- 12.(Enem) O poli(ácido láctico) ou PLA é um material de interesse tecnológico por ser um polímero biodegradável e bioabsorvível. O ácido láctico, um metabólito comum no organismo humano, é a matéria-prima para produção do PLA, de acordo com a equação química simplificada:



Ácido d/l-lático



Que tipo de polímero de condensação é formado nessa reação?

- × a) Poliéster.
- b) Polivinila.
- c) Poliamida.
- d) Poliuretana.
- e) Policarbonato.

- 13.(Enem)

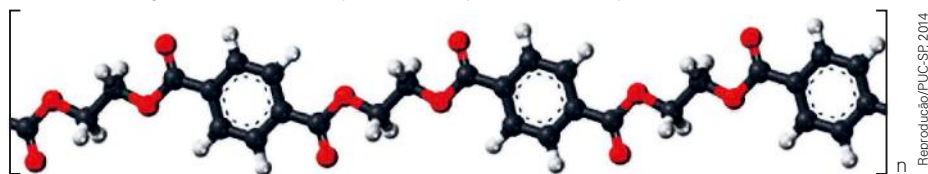
Garrafas PET (politereftalato de etileno) têm sido utilizadas em mangues, onde as larvas de ostras e de mariscos, geradas na reprodução dessas espécies, aderem ao plástico. As garrafas são retiradas do manguete, limpas daquilo que não interessa e colocadas nas “fazendas” de criação, no mar.

GALEMBECK, F. *Ciência Hoje*, São Paulo, v. 47, n. 280, abr. 2011 (adaptado).

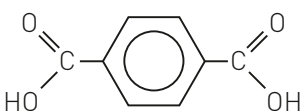
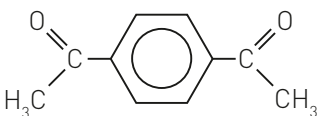
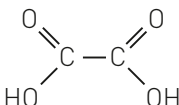
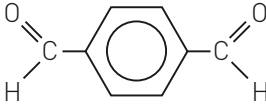
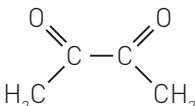
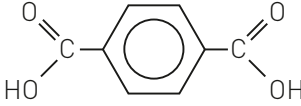
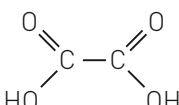
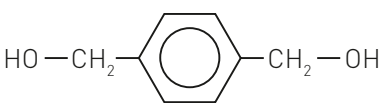
Nessa aplicação, o uso do PET é vantajoso, pois

- a) diminui o consumo de garrafas plásticas.
- b) possui resistência mecânica e alta densidade.
- c) decompõe-se para formar petróleo a longo prazo.
- × d) é resistente ao sol, à água salobra, a fungos e bactérias.
- e) é biodegradável e poroso, auxiliando na aderência de larvas e mariscos.

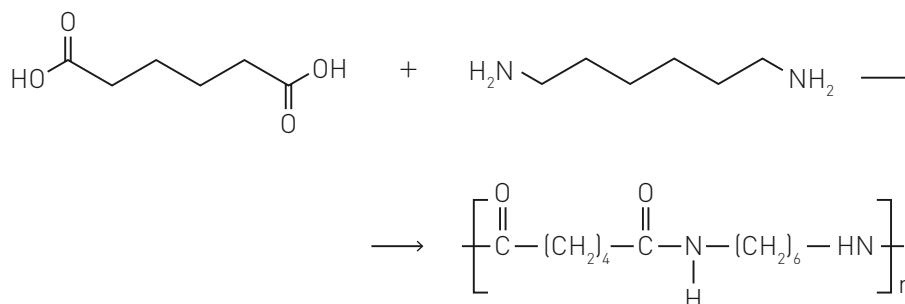
14. (PUC-SP) O polietilenotereftalato (PET) é um polímero de larga aplicação em tecidos e recipientes para bebidas gaseificadas. A seguir temos uma possível representação para a sua estrutura:



Assinale a alternativa que apresenta os dois monômeros que podem ser utilizados diretamente na síntese do polietilenotereftalato.

- a) $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ 
- b) $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ 
- c)  
- d)  
- e)  

15. (IFSC) O *nylon* é uma fibra têxtil sintetizada em laboratório, que faz parte da classe dos polímeros. Atualmente, a fibra orgânica *nylon* possui uma vasta utilização, mas no início do século XX (1927) ela surgiu “meio tímida” para substituir a seda [de preço elevado]. [...]. Processo químico de obtenção do *nylon*.

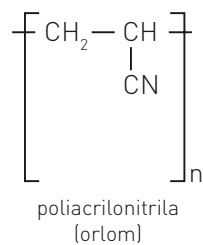
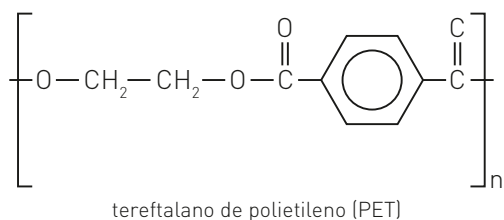
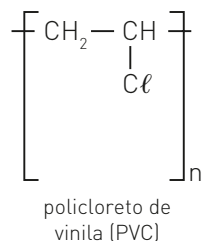
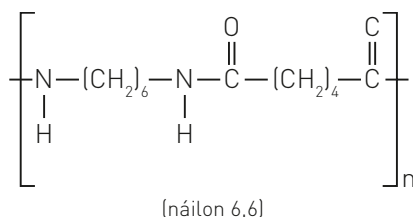
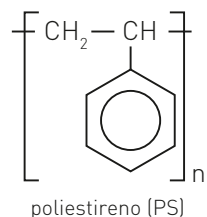
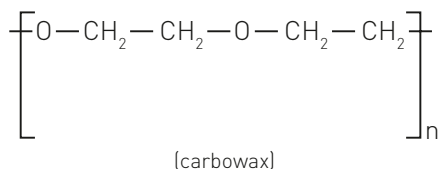


Fonte: <http://www.mundoeducacao.com/quimica/nylon-um-polimero-resistente.htm>. Acesso: 1 abr. 2014.

Com base no texto e na equação apresentados acima, assinale a alternativa correta.

- a) A soma das massas molares dos reagentes resultará na massa do polímero formado.
 b) A molécula resultante da reação acima é formada pela repetição do monômero apresentado, com fórmula estrutural igual a $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2\text{N}_2$.
 c) O *nylon* é um polímero de amina, ou seja, uma poliamina.
 d) Um dos reagentes para formar o famoso polímero é uma diamina chamada pentanodiamina.
 e) Um dos reagentes para formar o *nylon* é um ácido dicarboxílico chamado ácido hexanodioico.

16. (UFPB) O amido, a celulose e as proteínas são exemplos de polímeros naturais. Nos últimos 60 anos, os químicos têm produzido polímeros sintéticos, a exemplo dos compostos abaixo representados.



Em relação a esses compostos, são feitas as seguintes afirmativas:

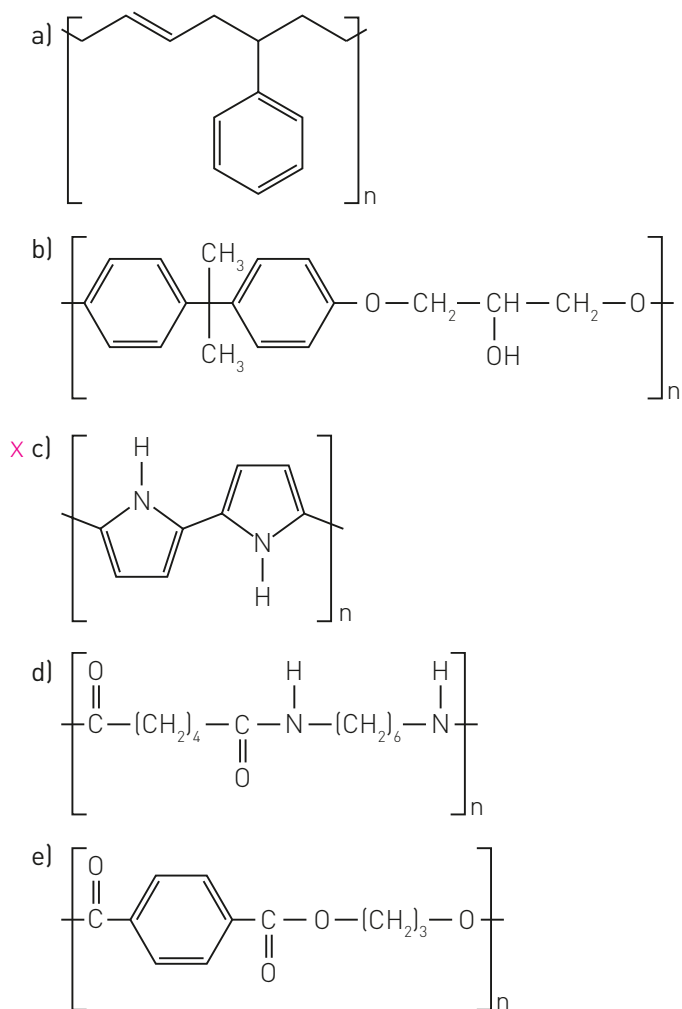
- I. O PS e o PET são compostos aromáticos.
- II. O PET é um éster, e o náilon 6,6 é uma amida.
- III. O PVC é um haleto orgânico, e o orlom é uma nitrila.
- IV. O PS é um hidrocarboneto, e o carbowax é um éter.

Está(ão) correta(s):

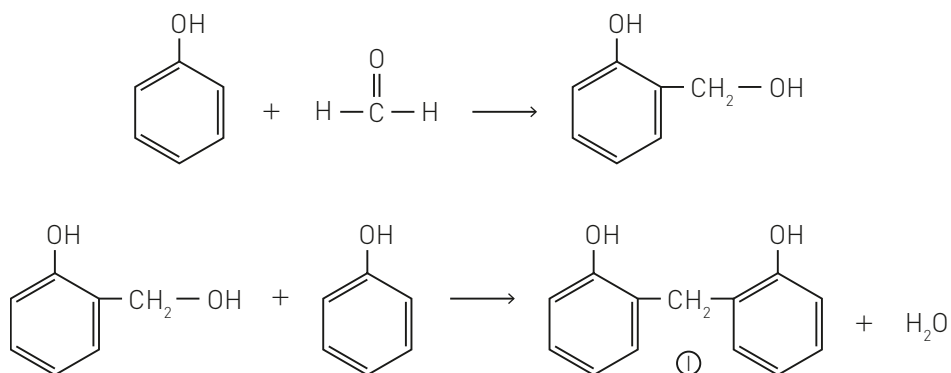
- x** a) I, II, III e IV.
- b) Apenas I e II.
- c) Apenas III e IV.
- d) Apenas I e III.
- e) Apenas I, II e III.

17. (UPM-SP) Os polímeros condutores são geralmente chamados de “metais sintéticos” por possuírem propriedades elétricas, magnéticas e ópticas de metais e semicondutores. O mais adequado seria chamá-los de “polímeros conjugados”, pois apresentam elétrons pi (π) conjugados.

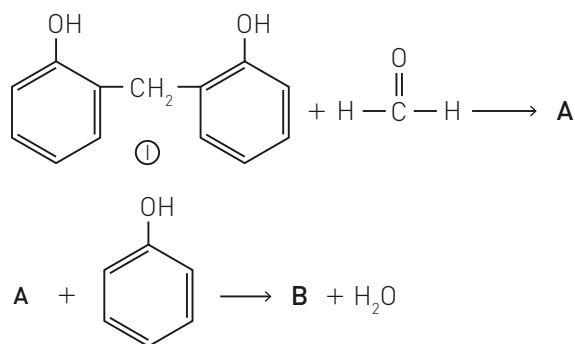
Assinale a alternativa que contém a fórmula estrutural que representa um polímero condutor.



18. (Fuvest-SP) Fenol e metanal (aldeído fórmico), em presença de um catalisador, reagem formando um polímero que apresenta alta resistência térmica. No início desse processo, pode-se formar um composto com um grupo $\text{—CH}_2\text{OH}$ ligado no carbono 2 ou no carbono 4 do anel aromático. O esquema a seguir apresenta as duas etapas iniciais do processo de polimerização para a reação no carbono 2 do fenol.



Considere que, na próxima etapa desse processo de polimerização, a reação com o metanal ocorra no átomo de carbono 4 de um dos anéis de ①. Assim, no esquema

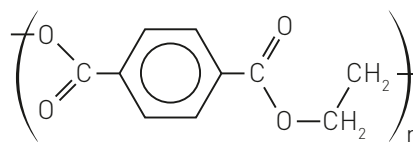


A e B podem ser, respectivamente,

	A	B
a)		
x b)		
c)		
d)		
e)		

19. (Enem)

O polímero PET (tereftalato de polietileno), material presente em diversas embalagens descartáveis, pode levar centenas de anos para ser degradado e seu processo de reciclagem requer um grande aporte energético. Nesse contexto, uma técnica que visa baratear o processo foi implementada recentemente. Trata-se do aquecimento de uma mistura de plásticos em um reator, a 700 °C e 34 atm, que promove a quebra das ligações químicas entre átomos de hidrogênio e carbono na cadeia do polímero, produzindo gás hidrogênio e compostos de carbono que podem ser transformados em microesferas para serem usadas em tintas, lubrificantes, pneus, dentre outros produtos.



Tereftalato de polietileno
PET

Disponível em: <www1.folha.uol.br>. Acesso em: 26 jul. 2010 (adaptado).

Considerando o processo de reciclagem do PET, para tratar 1000 g desse polímero, com rendimento de 100%, o volume de gás hidrogênio liberado, nas condições apresentadas, encontra-se no intervalo entre

Dados: Constante dos gases $R = 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm/mol} \cdot \text{K}$;

Massa molar do monômero do PET = 192 g/mol;

Equação de estado dos gases ideais: $PV = nRT$.

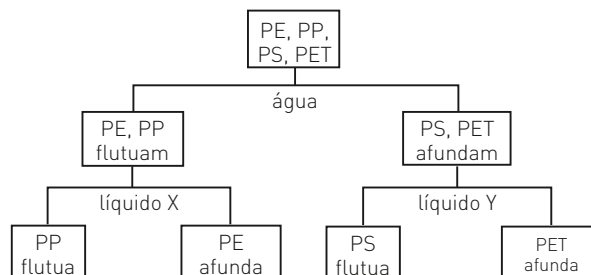
- a) 0 e 20 litros. x c) 40 e 60 litros. e) 80 e 100 litros.
b) 20 e 40 litros. d) 60 e 80 litros.

Desafiando seus conhecimentos

1. (Ufscar-SP) Um dos problemas ambientais atuais é gerado pelo descarte inadequado de materiais plásticos, motivo pelo qual tem sido estimulada sua reciclagem. Essa reciclagem apresenta várias dificuldades, uma das quais é a natureza do material encaminhado para processamento, constituído por uma mistura de diferentes polímeros, que devem ser separados antes de processados. Na tabela são apresentadas as densidades dos polímeros presentes em um lote de material a ser reciclado, bem como dos líquidos, totalmente miscíveis entre si, disponíveis para a separação dos polímeros por flotação.

O fluxograma representa as etapas do processo utilizado para a separação dos polímeros; após cada etapa, as frações são separadas e secas antes de serem submetidas às etapas seguintes.

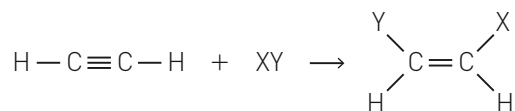
Líquido	Polímero (abreviatura)	Densidade ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)
—	polipropileno (PP)	0,90
—	polietileno de alta densidade (PE)	0,95
—	poliestireno (PS)	1,05
—	poli(tereftalato de etileno) (PET)	1,37
álcool	—	0,80
água	—	1,00
glicerina	—	1,26



Com respeito aos líquidos utilizados nas etapas finais do processo, é possível dizer que:

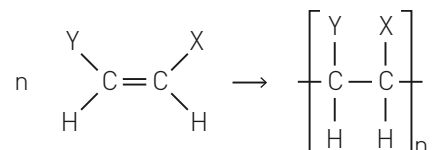
- a) X pode ser álcool puro.
x b) Y pode ser glicerina pura.
c) X pode ser tanto álcool puro como glicerina pura.
d) Y pode ser tanto glicerina pura como álcool puro.
e) X e Y podem ser misturas de água e glicerina.

2. (Unifesp) O etino é uma excelente fonte de obtenção de monômeros para a produção de polímeros. Os monômeros podem ser obtidos pela reação geral representada pela equação



onde se pode ter $\text{X} = \text{Y}$ e $\text{X} \neq \text{Y}$.

Esses monômeros podem se polimerizar, segundo a reação expressa pela equação

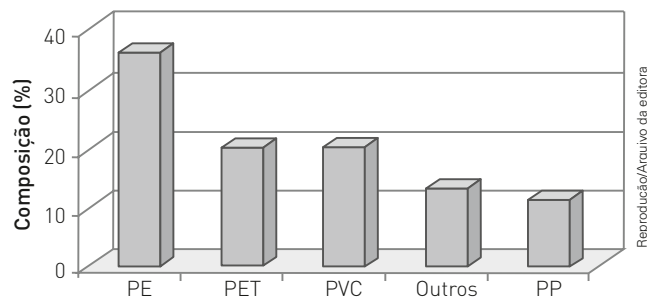


Dentre as alternativas, indique a que contém a combinação correta de XY e das fórmulas do monômero e do polímero correspondentes.

- a) XY monômero polímero
- CH_3COOH $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{C}=\text{O} \\ \quad | \\ \quad \text{OCH}_3 \end{array}$ $\left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ | & | \\ -\text{C} & -\text{C}- \\ | & | \\ \text{H} & \text{C}=\text{O} \\ & | \\ & \text{OCH}_3 \end{array} \right]_n$
- x b) XY monômero polímero
- HCN $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{CN} \end{array}$ $\left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ | & | \\ -\text{C} & -\text{C}- \\ | & | \\ \text{H} & \text{CN} \end{array} \right]_n$
- c) XY monômero polímero
- H_2O $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{OH} \end{array}$ $\left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ | & | \\ -\text{C} & -\text{C}- \\ | & | \\ \text{H} & \text{OH} \end{array} \right]_n$
- d) XY monômero polímero
- F_2 $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{F} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{F} \end{array}$ $\left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{F} \\ | & | \\ -\text{C} & -\text{C}- \\ | & | \\ \text{H} & \text{F} \end{array} \right]_n$
- e) XY monômero polímero
- Cl_2 $\begin{array}{c} \text{Cl} \quad \text{Cl} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{Cl} \quad \text{Cl} \end{array}$ $\left[\begin{array}{cc} \text{Cl} & \text{Cl} \\ | & | \\ -\text{C} & -\text{C}- \\ | & | \\ \text{Cl} & \text{Cl} \end{array} \right]_n$

3. (UFTM-MG) Entrou em vigor em 25 de janeiro de 2012 um acordo pelo qual os supermercados do estado de São Paulo deixaram de oferecer as sacolinhas plásticas aos seus clientes. Esses sacos plásticos, que podem ser feitos de polietileno (PE) ou de polipropileno (PP), quando incorretamente descartados, causam grande impacto ambiental. Na figura é representada a composição dos principais termoplásticos encontrados no resíduo sólido urbano brasileiro.

Termoplásticos mais encontrados no resíduo sólido urbano brasileiro

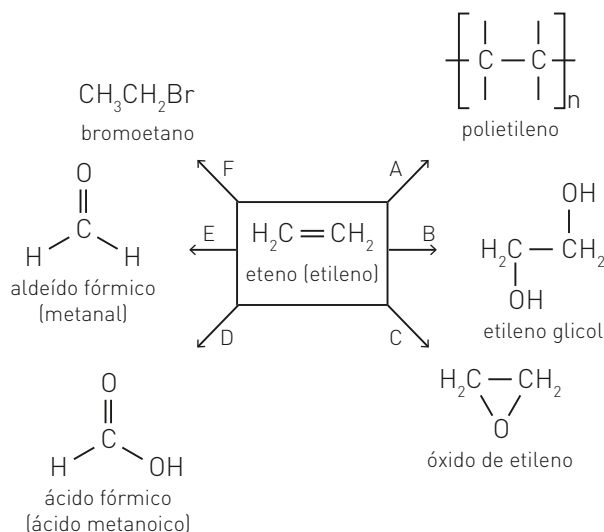


[Química Nova, vol. 28, 205.]

Os polímeros PE e PP são produzidos a partir da polimerização do etileno (eteno) e propileno (propeno), respectivamente.

- Escreva a equação da reação de polimerização na obtenção do polímero PP.
- O termoplástico mais encontrado no resíduo sólido brasileiro é considerado um composto hidrofóbico ou hidrofílico? Justifique.

4. (UFPE) O composto mais simples da família dos alquenos é o eteno ($\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$). Este alqueno é utilizado como substrato na síntese de muitos compostos orgânicos de grande importância industrial.



Com base nessas informações, analise as proposições abaixo.

- A reação A é uma polimerização, sendo o polietileno um polímero de condensação.
 - As reações B, C, D e E são reações de oxidação.
 - O produto da reação C possui grande estabilidade, pois o anel de três membros não possui tensão anelar considerável devido à presença do átomo de oxigênio.
 - O produto da reação E pode ser obtido através da reação do eteno com permanganato de potássio em meio básico a quente com posterior adição de ácido.
 - A reação F exemplifica uma reação de eliminação, uma vez que a ligação dupla é eliminada.
5. (UEL-PR) O *Teflon* ($-\text{CF}_2-\text{CF}_2-$)_n é um polímero de alto peso molecular que possui aplicação tecnológica muito abrangente na sociedade moderna em função de suas propriedades de baixo coeficiente de atrito, baixa aderência, alta

inércia química e por não apresentar baixo ponto de fusão (amolece acima de 350 °C). É aplicado em ceras, lubrificantes, tintas, frigideiras antiaderentes e como revestimento anticorrosivo, em diversas situações, na indústria. Essas propriedades podem ser explicadas pela análise do tipo de suas ligações químicas e pelas propriedades dos átomos envolvidos. Com base no texto e nos conhecimentos sobre o tema, é correto afirmar:

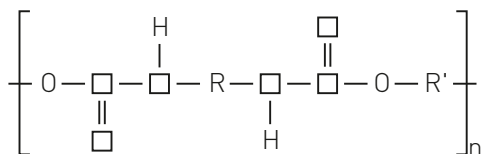
- A propriedade antiaderente pode ser justificada pela presença de átomos de flúor por toda a cadeia polimérica, que são átomos relativamente pequenos e com o valor mais alto de eletronegatividade da tabela periódica.
- Sendo o flúor um átomo relativamente pequeno, ele pode escorregar facilmente entre as engrenagens, diminuindo o coeficiente de atrito.
- O *Teflon* não funde, apenas amolece, devido à força da ligação iônica entre os átomos de flúor e carbono.
- O *Teflon* possui grande inércia química devido ao fato de as ligações químicas envolvidas em sua molécula serem muito fracas.
- O *Teflon* não apresenta interações tipo Van der Waals entre suas moléculas por não apresentar hidrogênio em sua molécula.

6. (Unicamp-SP) Um maiô produzido com material polimérico foi utilizado pela maioria dos competidores de natação em Beijing. Afirma-se que ele oferece uma série de vantagens para o desempenho dos nadadores: redução de atrito, flutuabilidade, baixa absorção de água, ajuste da simetria corporal e melhoria de circulação sanguínea, entre outras. O tecido do maiô é um misto de náilon e elastano, esse último, um copolímero de poliuretano e polietilenoglicol.



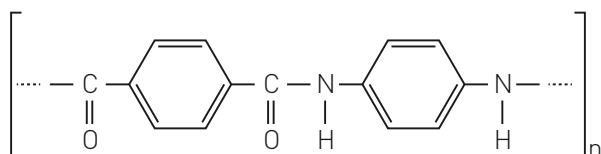
/// Nos Jogos Olímpicos e Paralímpicos de Beijing em 2008, muitos atletas usaram maiôs de material polimérico.

- a) A cadeia do poliuretano a que se refere o texto está parcialmente representada abaixo. Preencha os quadrados com símbolos atômicos, selecionados entre os seguintes: H, F, U, C, N, O, Sn.



- b) O náilon, que também forma o tecido do maiô, pode ser obtido por reações entre diaminas e ácidos dicarboxílicos, sendo a mais comum a reação de hexametilenodiamina e ácido adípico. De acordo com essas informações, seria possível utilizar o ácido láctico ($\text{H}_3\text{C} - \text{CHOH} - \text{COOH}$) para se preparar algum tipo de náilon? Justifique.

7. (Uerj) O polímero denominado *Kevlar* apresenta grande resistência a impactos. Essa propriedade faz com que seja utilizado em coletes à prova de balas e em blindagem de automóveis. Observe sua estrutura.



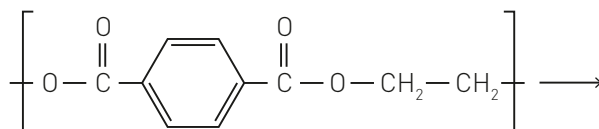
A reação química de obtenção desse polímero tem como reagentes dois monômeros, um deles de caráter ácido e outro de caráter básico.

- a) Indique a classificação dessa reação de polimerização.
- b) Considerando o monômero de caráter básico, apresente uma equação química completa que demonstre esse caráter na reação com o ácido clorídrico.
8. (Unifesp) O volume da glicerina (propanotriol, fórmula molecular $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$) produzido como resíduo na obtenção de biodiesel excede em muito a necessidade atual do mercado brasileiro. Por isso, o destino atual da maior parte da glicerina excedente ainda é a queima em fornalhas, utilizada como fonte de energia. Uma possibilidade mais nobre de uso da glicerina envolve sua transformação em propeno e eteno, através de processos ainda em fase de pesquisa. O propeno e o eteno são insumos básicos na indústria de polímeros, atualmente provenientes do petróleo e essenciais na obtenção de produtos como o polietileno e o polipropileno.

- a) Escreva a equação química balanceada da combustão completa de um mol de glicerina.
- b) Sabendo que o polietileno é produzido pela reação de adição de um número n de moléculas de eteno, escreva a equação genérica de formação do polímero polietileno a partir de eteno, utilizando fórmulas estruturais de reagente e produto.

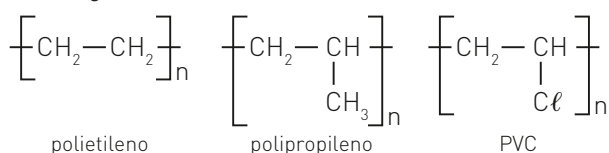
9. (Unicamp-SP) A questão ambiental relativa ao destino de plásticos utilizados é bastante antiga e algumas propostas têm sido feitas para contornar esse problema. A mais simples é a queima desses resíduos para aproveitamento da energia, e outra é o seu reúso após algum tratamento químico. Para responder aos itens *a* e *b*, considere a estrutura abaixo como um fragmento ($\text{C}_{10}\text{H}_8\text{O}_4$) representativo do PET.

- a) Levando em conta a equação de combustão completa do fragmento do PET, calcule a energia liberada na queima de uma garrafa PET de massa igual a 48 gramas.
- b) No tratamento químico da embalagem PET com solução de hidróxido de sódio ocorre uma reação de hidrólise que remove uma camada superficial do polímero, e que permite a reutilização da embalagem. Com base nessas informações complete a equação química de hidrólise do fragmento de PET.



Dados de entalpia de formação em $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$:
fragmento = -476 ; CO_2 = -394 ; H_2O = -286 .

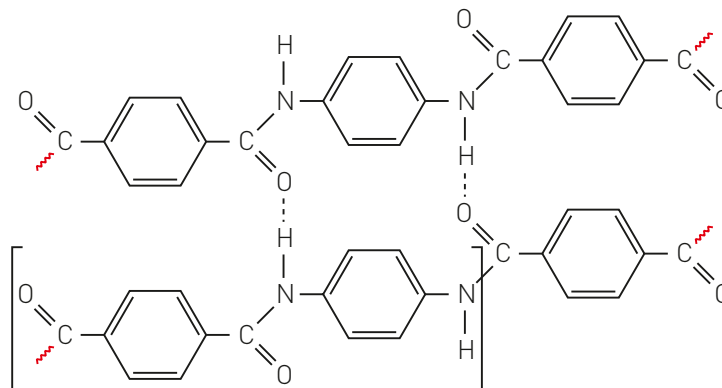
10. (Vunesp-SP) Certos utensílios de uso hospitalar, feitos com polímeros sintéticos, devem ser destruídos por incineração em temperaturas elevadas. É essencial que o polímero, escolhido para a confecção desses utensílios, produza a menor poluição possível quando os utensílios são incinerados. Com base nesse critério, dentre os polímeros de fórmulas gerais



podem ser empregados na confecção desses utensílios hospitalares

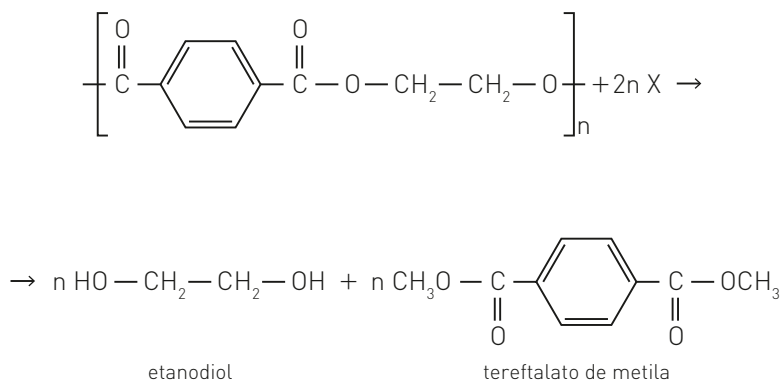
- a) o polietileno apenas. x d) o polietileno e o polipropileno apenas.
 b) o polipropileno apenas. e) o polipropileno e o PVC apenas.
 c) o PVC apenas.

11. (Ufscar-SP) Uma porção representativa da estrutura do polímero conhecido como *Kevlar*, patente da DuPont, é mostrada na figura a seguir.



A estrutura pode ser descrita como sendo formada por longas fibras poliméricas, aproximadamente planares, mantidas por ligações covalentes fortes e cada fibra interagindo com suas vizinhas através de ligações de hidrogênio, representadas por linhas interrompidas na figura. Devido ao conjunto dessas interações, o polímero é muito resistente a impactos, propriedade que é aproveitada na confecção de coletes à prova de bala.

- a) Escreva as fórmulas estruturais dos dois reagentes utilizados na síntese do *Kevlar*, identificando as funções orgânicas presentes nas moléculas de cada um deles.
 b) Transcreva a porção representativa da fórmula estrutural da fibra polimérica em destaque na figura (dentro dos colchetes). Indique e identifique a função orgânica que se origina da reação de polimerização.
12. (Fuvest-SP) O polímero PET pode ser preparado a partir do tereftalato de metila e etanodiol. Esse polímero pode ser reciclado por meio da reação representada por



em que o composto X é:

- a) eteno. c) etanol. e) ácido tereftálico.
x b) metanol. d) ácido metanoico.

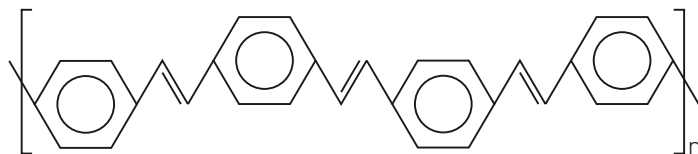
13. (Enem)

O senso comum nos diz que os polímeros orgânicos (plásticos) em geral são isolantes elétricos. Entretanto, os polímeros condutores são materiais orgânicos que conduzem eletricidade. O que faz estes polímeros diferentes é a presença das ligações covalentes duplas conjugadas com ligações simples, ao longo de toda a cadeia principal, incluindo grupos aromáticos. Isso permite que um átomo de carbono desfaça a ligação dupla com um vizinho e refaça-a com outro. Assim, carga elétrica desloca-se dentro do material.

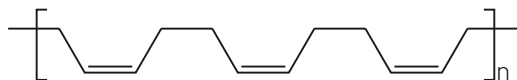
FRANCISCO, R. H. P. "Polímeros condutores". *Revista Eletrônica de Ciências*, n. 4, fev. 2002. Disponível em: <www.cdcc.usp.br>. Acesso em: 28 fev. 2012 (adaptado).

De acordo com o texto, qual dos polímeros seguintes seria condutor de eletricidade?

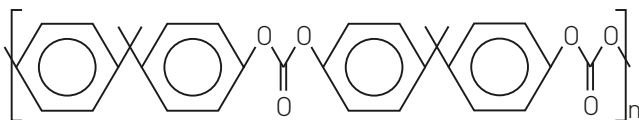
x a)



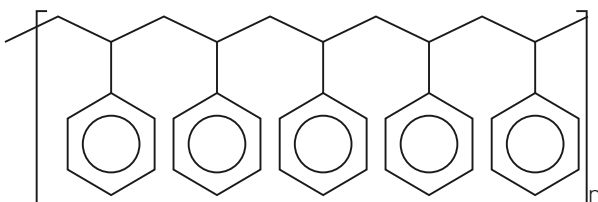
b)



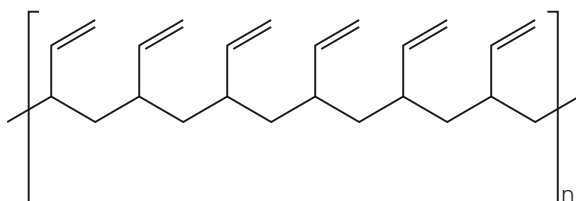
c)



d)



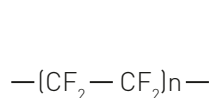
e)



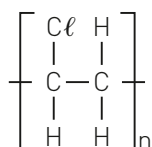
14. (UPE) A picanha é um tipo de corte de carne bovina tipicamente brasileiro. Uma porção de 100 g de picanha contém 38% de proteínas, 35% de gordura saturada e 17% de colesterol. A seguir, é indicado um procedimento para a preparação de um hambúrguer de picanha. Peça para moer 800 g dessa carne, com 80 g da capa de gordura. Divida a carne em quatro partes e molde hambúrgueres com 10 cm de diâmetro. Em seguida, coloque em uma assadeira forrada com papel-manteiga, cubra com filme de PVC e leve à geladeira, por duas horas. Aqueça bem uma frigideira de teflon e unte-a com óleo. Depois, coloque a carne e tempere a parte superior com sal e pimenta. Doure por seis minutos. Vire e tempere novamente. Doure por mais cinco minutos e cubra com fatias de queijo.

Adaptado de <http://m.folha.uol.com.br/comida/>

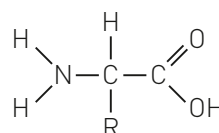
Observando a estrutura de alguns polímeros listados abaixo:



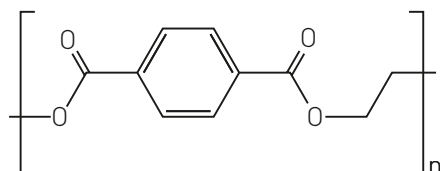
I



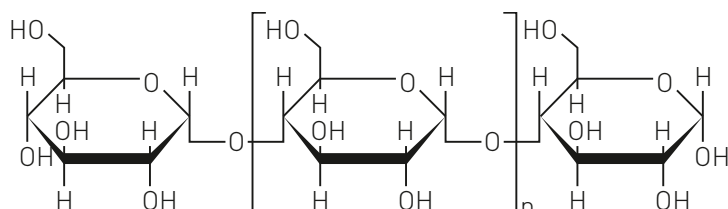
II



III



IV



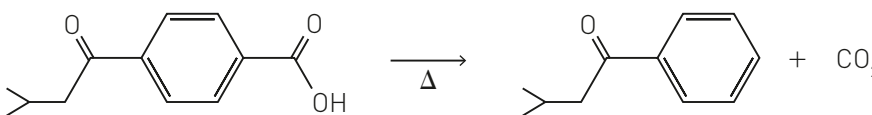
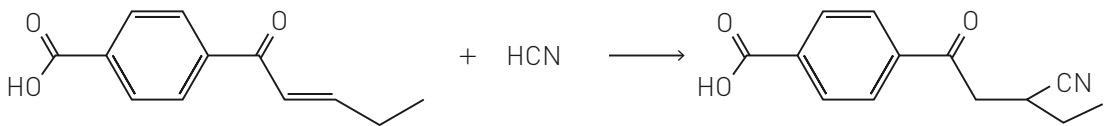
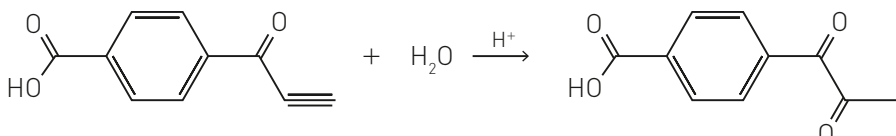
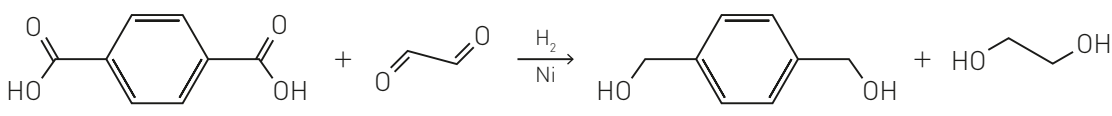
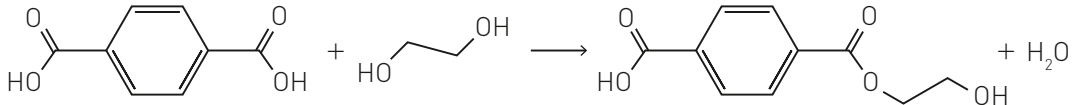
V

Assinale a alternativa que corresponde aos polímeros utilizados na preparação desse hambúrguer de picanha.

- ☒ a) I e II. b) III e IV. c) II e III. d) III e V. e) IV e V.

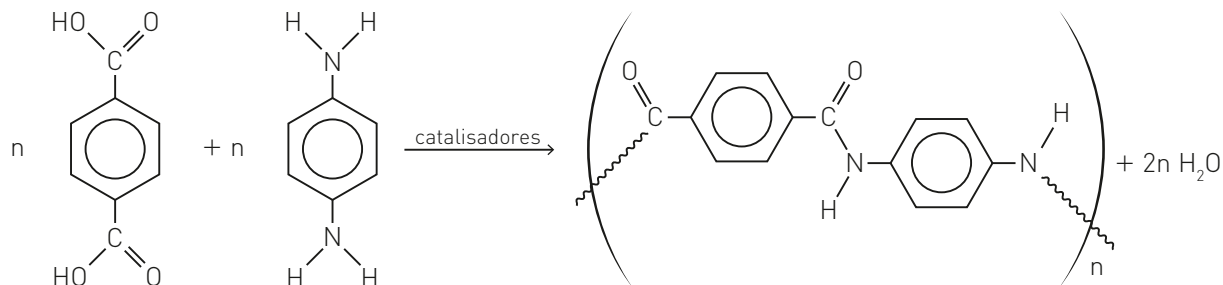
15. (Cefet-MG) O PET é um polímero de grande importância comercial, sintetizado por meio de reações de substituição. Atualmente é conhecido como o principal material que compõe a embalagem plástica de refrigerantes.

Entre as sínteses parciais a seguir, aquela que corresponde à obtenção do PET é

- a) 
- b) 
- c) 
- d) 
- ☒ e) 

16. (UFSM-RS) Não é de hoje que os polímeros fazem parte de nossa vida; progressos obtidos pelos químicos permitiram avanços importantes em diversas áreas. Os avanços científicos e tecnológicos têm possibilitado a produção de novos materiais mais resistentes ao ataque químico e ao impacto. O Kevlar tem sido utilizado na produção industrial de coletes à prova de balas, além de apresentar característica de isolante térmico.

A obtenção desse polímero ocorre por meio da reação a seguir.



Fonte: PERUZZO, Francisco M.; CANTO, Eduardo L. *Química na Abordagem do Cotidiano*. Vol. 3. São Paulo: Moderna, 2009. p.374. (adaptado)

Com base nos dados, é correto afirmar que o polímero é obtido por uma reação de

- ☒ a) condensação e ocorre entre um ácido carboxílico e uma amina secundária.
 b) desidratação e os grupos funcionais ligados ao anel benzênico ocupam a posição orto e meta.
 c) adição e o polímero resultante é caracterizado por uma poliamina alifática.
☒ d) condensação e o polímero resultante é caracterizado por uma poliamida aromática.
 e) polimerização e um dos reagentes é o ácido benzoico.

17. (UEM-PR) Assinale o que for correto.

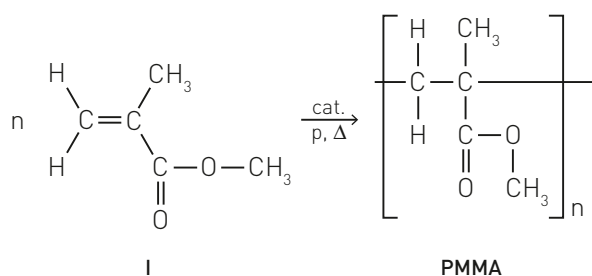
- 01) O polietileno é utilizado na fabricação de sacolas e brinquedos.
- 02) A baquelite é obtida pela condensação do hidroxibenzeno com formaldeído.
- 04) O silicone é um polímero que contém silício.
- 08) O monômero que origina o poliestireno apresenta cadeia carbônica aromática.
- 16) Os polímeros polipropileno e politetrafluoretileno são sintetizados por meio de reações de condensação.

01, 02, 04 e 08.

18. (UFSC)

Funcionárias passam mal após inalar poli(metilmetacrilato)

Em agosto de 2016, funcionárias da equipe de limpeza de uma empresa de Maceió precisaram de atendimento médico após limpar o chão do almoxarifado sem equipamentos de proteção individual. No local, dois vidros contendo poli(metilmetacrilato) haviam caído no chão e quebrado, liberando o líquido para o ambiente. Essa substância química é tóxica e tem causado danos irreparáveis quando utilizada em procedimentos estéticos. O poli(metilmetacrilato) – PMMA – também é conhecido como “acrílico” e pode ser obtido a partir da polimerização, sob pressão, da molécula representada como I no esquema abaixo, na presença de catalisador e sob aquecimento:



Disponível em <http://g1.globo.com/al/alagoas/2016/08/funcionarias-do-pam-salgadinho-passam-mal-ao-inalar-produto-toxico.html> [adaptado]. Acesso em: 14 ago. 2016.

Sobre o assunto, é correto afirmar que:

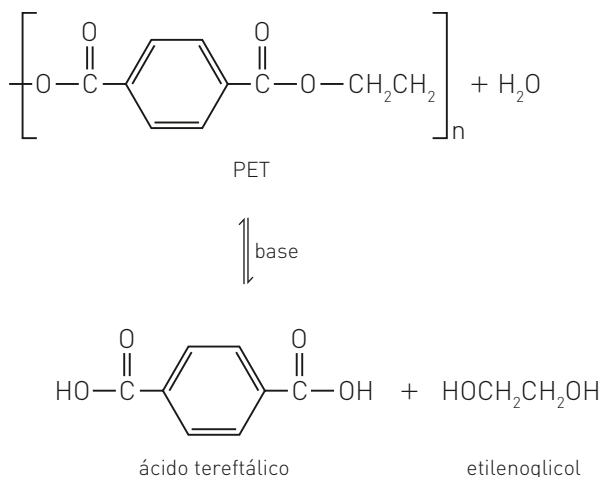
- 01) o PMMA é um polímero de condensação.
- 02) a molécula de I apresenta a função orgânica éter.
- 04) a molécula de I apresenta isomeria geométrica.
- 08) a molécula de I é o monômero do PMMA.
- 16) a nomenclatura IUPAC de I é 2-metilprop-2-enoato de metila.

32) o catalisador, a pressão e o aquecimento influenciam a velocidade da reação de formação do PMMA.

64) o PMMA apresenta o radical metil ligado a um átomo de carbono insaturado.

08, 16 e 32.

19. (UEM-PR) O tereftalato de polietileno, ou PET, é um plástico polimérico amplamente utilizado em embalagens. A demanda por esses plásticos tem crescido de forma significativa nos últimos anos, o que tem ocasionado grande impacto ambiental. Uma maneira de minimizar os efeitos da poluição causada pelo PET é o processo de reciclagem, sendo a reciclagem química uma boa alternativa. Um exemplo é o processo de hidrólise do PET, no qual ele é despolimerizado em seus monômeros, sendo o de maior importância o ácido tereftálico (TPA), o qual pode ser repolimerizado. Considerando a reação de despolimerização do PET, assinale o que for correto.



- 01) O PET também pode ser reciclado pelo processo de alcoólise, utilizando metanol, sendo que o monômero obtido, nesse caso, é o tereftalato de etila.
- 02) A reação de despolimerização do PET pode ser caracterizada como uma hidrólise básica de éster.
- 04) O PET é um tipo de poliéster formado pelo processo de polimerização por adição.
- 08) O PET pode ser obtido a partir da reação de esterificação do ácido tereftálico com etilenoglicol em meio ácido.
- 16) O ácido tereftálico pode ser repolimerizado, sendo que a reação do TPA com *p*-diaminobenzeno origina um polímero da classe das poliamidas.

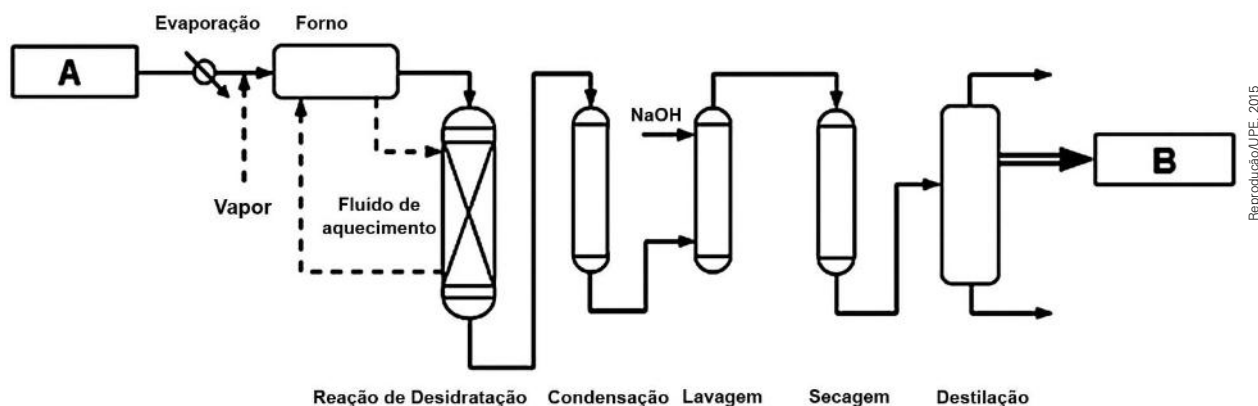
02, 08 e 16.

20. (Unimontes-MG) A reciclagem de um polímero depende de sua composição e da possibilidade de esse material ser processado várias vezes sem perder suas propriedades. Os tipos de polímeros e suas aplicações estão apresentados na tabela a seguir:

Tipos	Características	Exemplos de aplicações
Termoplásticos	Após aquecimento, podem ser moldados; podem ser fundidos ou dissolvidos em solvente para serem reprocessados.	CDs, garrafas PETs divisórias.
Termorrígidos	Rígidos e frágeis. Embora sejam estáveis a variações de temperatura, o aquecimento para possível reprocessamento promove a decomposição do material; não podem ser fundidos.	Caixas-d'água, piscinas, tomadas.
Elastômero	São elásticos e recuperam sua forma após cessar a aplicação de uma tensão; após sintetizados, não podem ser fundidos para possível reprocessamento.	Pneus, mangueiras.

Considerando as características dos polímeros, podem ser reciclados:

- a) os termoplásticos e os termorrígidos.
 - ✗ b) apenas os termoplásticos.
 - c) os termoplásticos e os elastômeros.
 - d) apenas os elastômeros.
21. (UPE) Uma empresa desenvolveu uma planta industrial para a fabricação de um bioplástico, produzido a partir de um recurso renovável (A), obtido da cana-de-açúcar. Esse polímero verde é quimicamente indiferenciável do polímero comercial, produzido a partir de fontes petroquímicas ou gás-químicas. A parte diferenciada desse processo é a transformação da biossubstância (A) no composto de partida (B), do qual se gera o polímero verde, em uma etapa posterior. A figura a seguir ilustra o processo de desidratação intramolecular de A e de purificação do produto formado (B), com pureza acima de 99,9%.

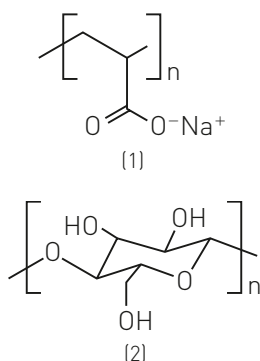


Adaptado de: CARMO, R.W. et al. *Instituto de Tecnologia de alimentos*, 24, 1, 1-5, 2012.

Esse processo representa a produção de matéria-prima para o

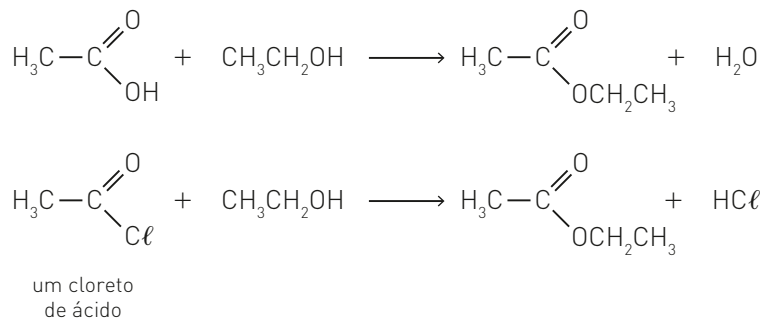
- a) PET verde.
- b) PVC verde.
- ✗ c) polietileno verde.
- d) polipropileno verde.
- e) poliuretano verde.

22. (Enem) As fraldas descartáveis que contêm o polímero poliácrlato de sódio (1) são mais eficientes na retenção de água que as fraldas de pano convencionais, constituídas de fibras de celulose (2).

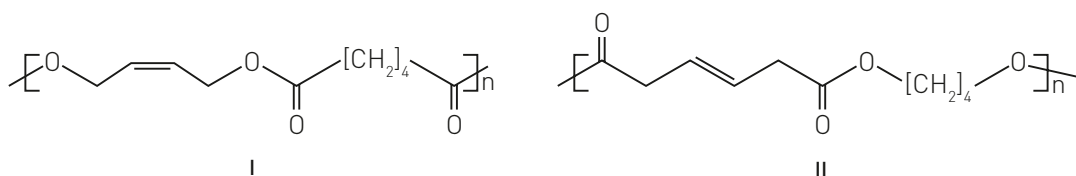


A maior eficiência dessas fraldas descartáveis, em relação às de pano, deve-se às

- a) interações dipolo-dipolo mais fortes entre o poliácrlato e a água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.
 - b) interações íon-íon mais fortes entre o poliácrlato e as moléculas de água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.
 - c) ligações de hidrogênio mais fortes entre o poliácrlato e a água, em relação às interações íon-dipolo entre a celulose e as moléculas de água.
 - d) ligações de hidrogênio mais fortes entre o poliácrlato e as moléculas de água, em relação às interações dipolo induzido-dipolo induzido entre a celulose e as moléculas de água.
 - ☒ e) interações íon-dipolo mais fortes entre o poliácrlato e as moléculas de água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.
23. (UEM-PR) Sabe-se que o descarte de polímeros no ambiente é uma preocupação mundial, devido aos graves problemas relacionados à sua decomposição. Sobre essa situação, assinale o que for **correto**.
- 01) O aterro sanitário é a escolha mais adequada para o descarte de silicones e de compósitos, pois esses compreendem polímeros não recicláveis.
 - 02) As proteínas e os ácidos nucleicos são também exemplos de polímeros.
 - 04) As fibras têxteis seda, lycra, poliéster e náilon são polímeros sintéticos termofixos.
 - 08) A baquelite, usada em cabos de panela, é um polímero termoplástico que, ao ser aquecido, pode ser moldado mesmo após sintetizado.
 - 16) A ebonite é obtida através da vulcanização do látex vegetal da seringueira, com 30% de compostos de enxofre. **02 e 16.**
24. (Fuvest-SP) Ésteres podem ser preparados pela reação entre ácidos carboxílicos ou cloretos de ácido, com álcoois, conforme exemplificado:

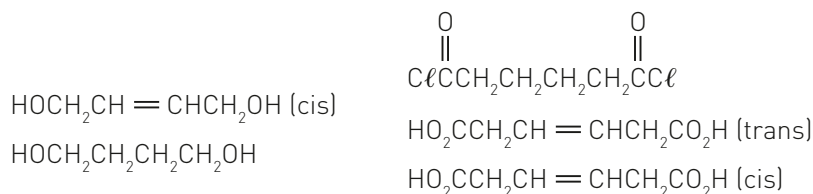


Recentemente, dois poliésteres biodegradáveis (I e II) foram preparados utilizando, em cada caso, um dos métodos citados.



a) Escreva a fórmula mínima da unidade estrutural que se repete n vezes no polímero I.

Entre os seguintes compostos:

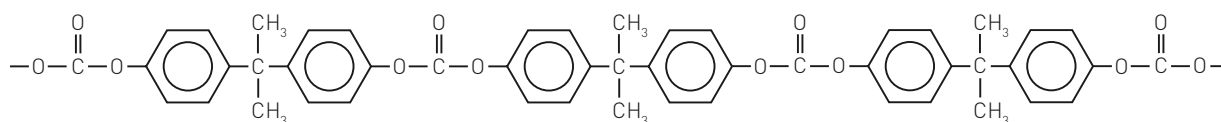


Quais são os reagentes apropriados para a preparação de:

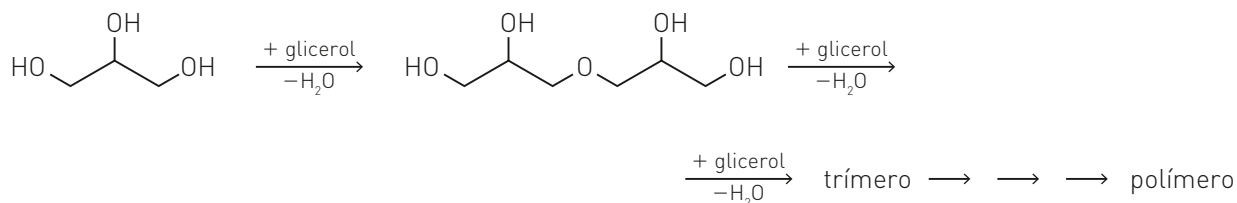
b) I?

c) II?

25. (Unicamp-SP) O policarbonato representado na figura abaixo é um polímero utilizado na fabricação de CDs e DVDs. O policarbonato, no entanto, foi banido da fabricação de mamadeiras, chupetas e vários utensílios domésticos, pela possibilidade de o **bisfenol A**, um de seus precursores, ser liberado e ingerido. De acordo com a literatura científica, o **bisfenol A** é suspeito de vários malefícios para a saúde do ser humano.

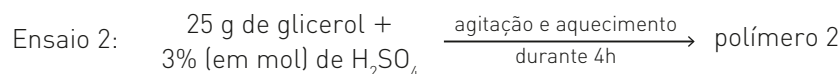
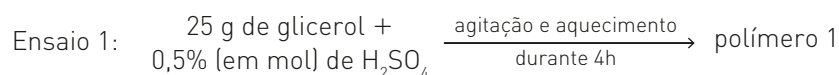


- a) Em contato com alguns produtos de limpeza e no aquecimento em micro-ondas, o policarbonato pode liberar unidades de **bisfenol A** que contaminam os alimentos. Sabendo-se que um fenol tem uma hidroxila ligada ao anel benzênico, escreva a estrutura da molécula do **bisfenol A** que poderia ser liberada devido à limpeza ou ao aquecimento do policarbonato.
- b) Represente a fórmula estrutural do fragmento do polímero da figura acima, que justifica o uso do termo "policarbonato" para esse polímero.
26. (Fuvest-SP) O glicerol pode ser polimerizado em uma reação de condensação catalisada por ácido sulfúrico, com eliminação de moléculas de água, conforme se representa a seguir:



- a) Considerando a estrutura do monômero, pode-se prever que o polímero deverá ser formado por cadeias ramificadas. Desenhe a fórmula estrutural de um segmento do polímero, mostrando quatro moléculas do monômero ligadas e formando uma cadeia ramificada.

Para investigar a influência da concentração do catalisador sobre o grau de polimerização do glicerol (isto é, a porcentagem de moléculas de glicerol que reagiram), foram efetuados dois ensaios:

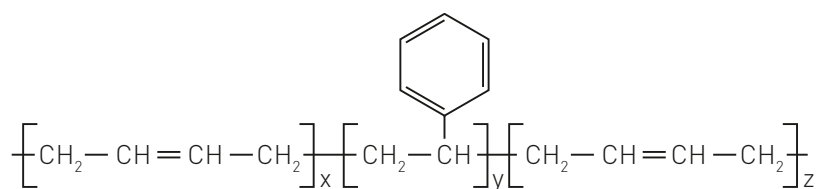


Ao final desses ensaios, os polímeros 1 e 2 foram analisados separadamente. Amostras de cada um deles foram misturadas com diferentes solventes, observando-se em que extensão ocorria a dissolução parcial de cada amostra. A tabela a seguir mostra os resultados dessas análises:

Amostra	Solubilidade (% em massa)	
	Hexano (solvente apolar)	Etanol (solvente polar)
Polímero 1	3	13
Polímero 2	2	3

b) Qual dos polímeros formados deve apresentar menor grau de polimerização? Explique sua resposta, fazendo referência à solubilidade das amostras em etanol.

27. (Fuvest-SP) Atualmente, é possível criar peças a partir do processo de impressão 3D. Esse processo consiste em depositar finos fios de polímero, uns sobre os outros, formando objetos tridimensionais de formas variadas. Um dos polímeros que pode ser utilizado tem a estrutura mostrada a seguir:



Na impressão de esferas maciças idênticas de 12,6 g, foram consumidos, para cada uma, 50 m desse polímero, na forma de fios cilíndricos de 0,4 mm de espessura.

Para uso em um rolamento, essas esferas foram tratadas com graxa. Após certo tempo, durante a inspeção do rolamento, as esferas foram extraídas e, para retirar a graxa, submetidas a procedimentos diferentes. Algumas dessas esferas foram colocadas em um frasco ao qual foi adicionada uma mistura de água e sabão (procedimento A), enquanto outras esferas foram colocadas em outro frasco, ao qual foi adicionado removedor, que é uma mistura de hidrocarbonetos líquidos (procedimento B).

- a) Em cada um dos procedimentos, A e B, as esferas ficaram no fundo do frasco ou flutuaram? Explique sua resposta.
- b) Em qual procedimento de limpeza, A ou B, pode ter ocorrido dano à superfície das esferas? Explique.

Atividade prática

Preparando um polímero

A preparação de polímeros normalmente requer condições adequadas de pressão e temperatura e, também, catalisadores apropriados. No entanto, existem alguns polímeros que podem ser feitos de maneira bem simples. Um polímero de fácil preparo é conhecido por **sinteco** e é utilizado na fabricação de vernizes para madeira ou de peças resistentes.



Siga as orientações de segurança do laboratório.

Material

- formol (solução aquosa a 40% de metanal)
- 80 g de ureia sólida
- ácido muriático (HCl)
- copo de vidro
- conta-gotas
- copo plástico com indicação de volume
- 1 L de água
- óculos e luvas de segurança



O ácido muriático é corrosivo.



O formol é tóxico.

Pictogramas: João Anselmo/
Arquivo da editora



ATENÇÃO: Esta atividade deve ser realizada sob a orientação do professor ou de um técnico de laboratório.

O formol pode ser adquirido em farmácias; a ureia, em lojas de produtos agropecuários; e o ácido muriático, em lojas de material para construção.

Procedimento

Coloque 80 g de ureia sólida no copo e acrescente água até completar um litro. Em seguida, coloque em um copo volumes iguais de formol e da solução de ureia:



formol

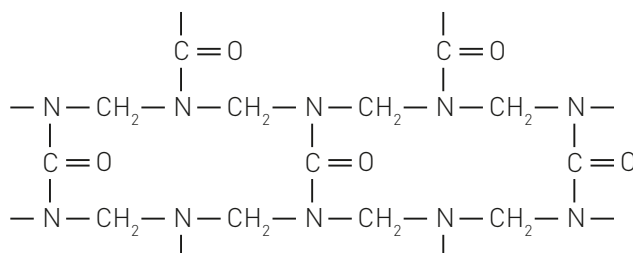
ureia (aq)

Goteje o ácido muriático sobre a solução resultante. Você vai notar certa turvação; continue a adição do ácido até perceber a formação de uma massa esbranquiçada (figura ao lado), que é o polímero.



Ilustrações: Conceitograf/
Arquivo da editora

A estrutura do polímero formado pode ser representada por:



Com base nas suas observações, faça o que se pede.

1. Observe a estrutura do polímero e indique o seu grupo funcional característico.
2. Escreva a fórmula dos monômeros utilizados nessa polimerização.
3. Nesse tipo de polimerização, ocorre a eliminação de que substância inorgânica?
4. Observando a estrutura das substâncias que você misturou para preparar o polímero e a estrutura do polímero obtido, indique um provável papel do ácido muriático (HCl). Justifique sua resposta.

Polímeros naturais



Thomas Vita Neto/Pulsar Imagens

// Seringueiras em Parapuã (SP).

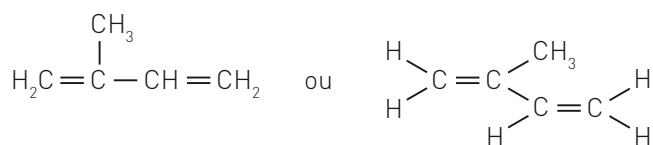
Os polímeros naturais são: a **borracha**; os **polissacarídeos**, como amido, glicogênio e celulose; e as **proteínas**.

A borracha natural é um polímero de adição, ao passo que os polissacarídeos e as proteínas são polímeros de condensação, obtidos, respectivamente, de monossacarídeos e aminoácidos.

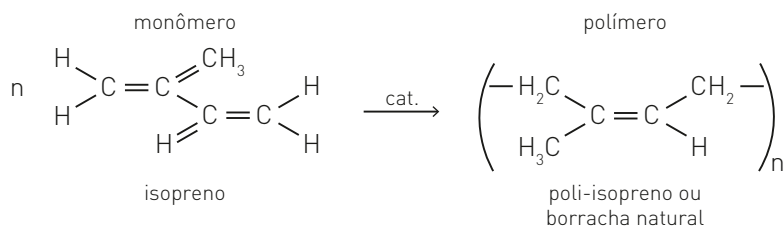
Borracha

A borracha natural é obtida da árvore *Hevea brasiliensis* (seringueira) por incisão feita em seu caule, do qual é extraído um líquido branco de aspecto leitoso conhecido por **látex**.

O monômero da borracha natural é o 2-metilbuta-1,3-dieno (isopreno):



A reação de polimerização ocorre ainda na seringueira com o auxílio de uma enzima.



As cadeias que constituem a borracha natural apresentam um arranjo desordenado e, quando submetidas a uma tensão, podem ser esticadas, formando estruturas com comprimento maior que o original:



Quando a tensão é interrompida, as cadeias que compõem a borracha voltam ao seu arranjo original. Devido a essa propriedade, diz-se que a borracha é um elastômero.

Elastômeros são substâncias que, quando submetidas à tensão, passam de arranjos desordenados a arranjos mais lineares, de maneira reversível.

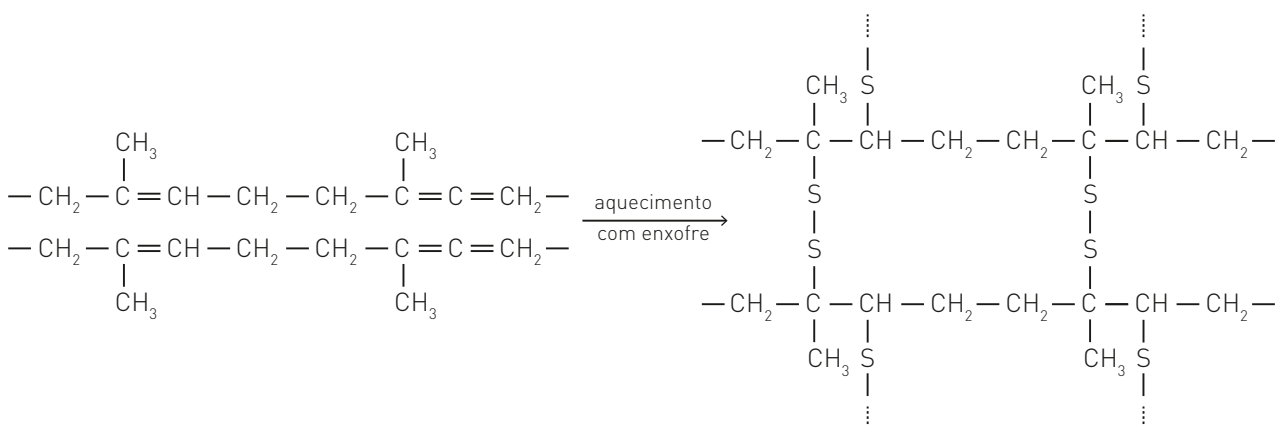
Até por volta de 1930, a única fonte de borracha era o látex; hoje, 80% das borrachas são sintéticas, obtidas pela polimerização de dienos, de maneira semelhante ao que ocorre na natureza.

O látex obtido da seringueira é precipitado, dando origem a uma massa viscosa, que é a borracha natural. Essa borracha é prensada com o auxílio de cilindros, originando lâminas moles de pequena resistência e elasticidade. A utilização desse tipo de borracha é limitada, pois ela se torna quebradiça em dias frios e extremamente gosmenta em dias quentes.

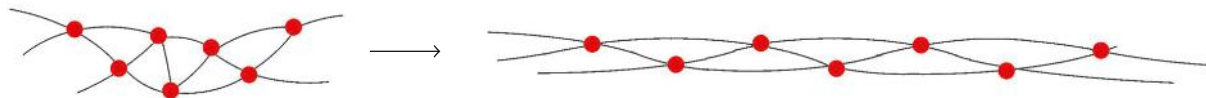
Vulcanização

Em 1839, o inventor, industrial e comerciante estadunidense Charles Goodyear (1800-1860) descobriu que o aquecimento dessa massa viscosa com enxofre produzia um material elástico, que praticamente não se alterava com pequenas variações de temperatura. A esse processo foi dado o nome de **vulcanização** (Vulcano = deus do fogo).

Nesse processo, os átomos de enxofre formam ligações cruzadas entre as cadeias do polímero, e o número de átomos de enxofre que unem as cadeias varia de 1 a 4.



Essas ligações originam estruturas que mantêm a cadeia do polímero alinhada, tornando a borracha mais dura e resistente (borracha vulcanizada). Quando esse material é tensionado, não sofre uma deformação permanente, voltando a sua forma e tamanho originais quando a tensão é retirada. Esquemáticamente, temos:



Aproximadamente 70% de toda borracha vulcanizada é utilizada para a produção de pneus, em razão do fato de ela ser elástica, praticamente indeformável e mais resistente às variações de temperatura e ao atrito. Os pneus de automóveis e caminhões são uma mistura de borrachas natural e sintética vulcanizadas, enquanto os pneus de aviões são constituídos de borracha natural vulcanizada.

Quando a banda de rodagem dos pneus de automóveis diminui de espessura, os pneus podem ser reaproveitados por meio de um processo denominado **recauchutagem**. Essa palavra é derivada de caucho (*caa* = madeira e *ochu* = que chora), termo que era usado pelos nativos da América para designar o material obtido da seringueira. Assim, recauchutar significa aplicar uma nova camada de borracha ao pneu gasto.

/// O recobrimento do pneu com uma nova camada de borracha permite que ele receba outra vez os sulcos característicos, de modo que possa ser aproveitado por mais tempo.



Yavar Nazir/Getty Images

A vulcanização da borracha é feita pela adição de 3% a 8% de enxofre a ela. Aumentando a porcentagem de enxofre, ocorrerá aumento do número de pontes de enxofre, diminuindo sua elasticidade. Quando essa porcentagem atinge valores próximos a 30%, obtém-se uma borracha denominada ebonite, que é rígida e apresenta grande resistência mecânica, sendo empregada como isolante elétrico e na produção de vários objetos, como pentes e vasos.

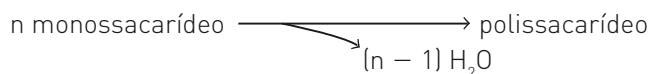
Carboidratos

Hidratos de carbono ou carboidratos são compostos formados por carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O); abrangem açúcares, amido, glicogênio e celulose. Todos os hidratos de carbono apresentam o grupo funcional —OH , além dos grupos aldeído ou cetona.

Os carboidratos mais simples, denominados monossacarídeos, podem originar dissacarídeos pela união de duas de suas moléculas e pela eliminação de uma molécula de água.



A união de um número muito grande (n) de monossacarídeos com a liberação de moléculas de água ($n - 1$) forma um polissacarídeo.



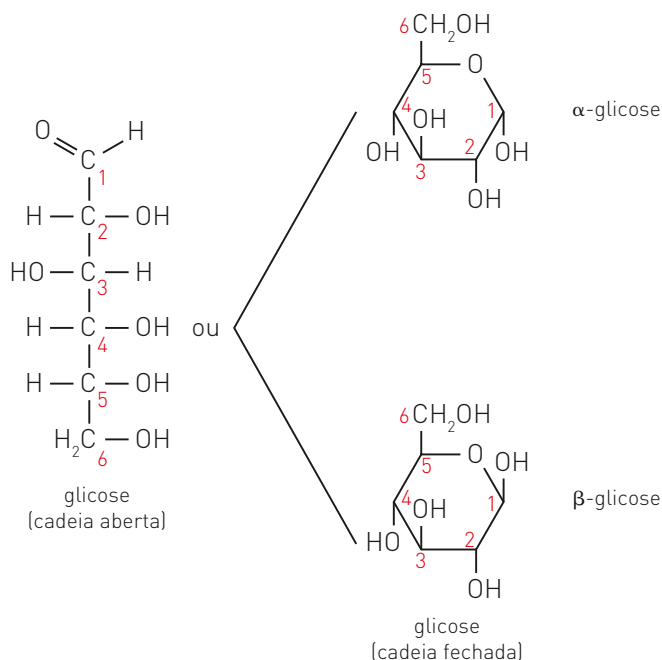
A maioria dos açúcares são monossacarídeos ou dissacarídeos. Celulose, glicogênio e amido são exemplos de polissacarídeos.

A seguir, vamos estudar alguns carboidratos.

Monossacarídeos

Os monossacarídeos do tipo hexose apresentam fórmula molecular $C_6H_{12}O_6$, mas diferem entre si na estrutura. Eles não sofrem hidrólise, isto é, não são quebrados pela água, o que daria origem a carboidratos mais simples. A glicose, a frutose e a galactose são exemplos de monossacarídeos, e as duas primeiras serão vistas mais detalhadamente.

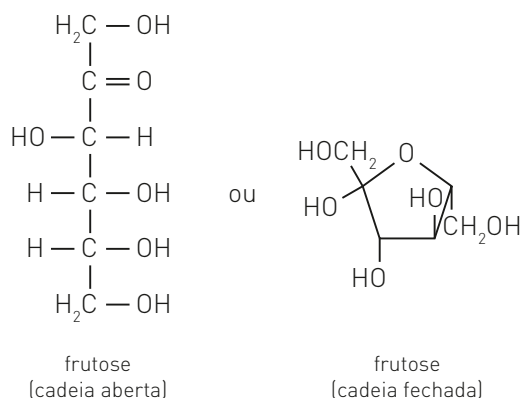
Glicose – suas fórmulas estruturais podem ser representadas por:



A glicose, por apresentar os grupos funcionais aldeído e álcool (poliálcool), é classificada como uma aldose.

A glicose é encontrada em frutas, no mel e no sangue dos mamíferos; no sangue humano, sua taxa normal é de 70 mg a 110 mg em cada 100 mL. Uma taxa inferior ao normal é denominada hipoglicemia.

Frutose – suas fórmulas estruturais podem ser representadas por:

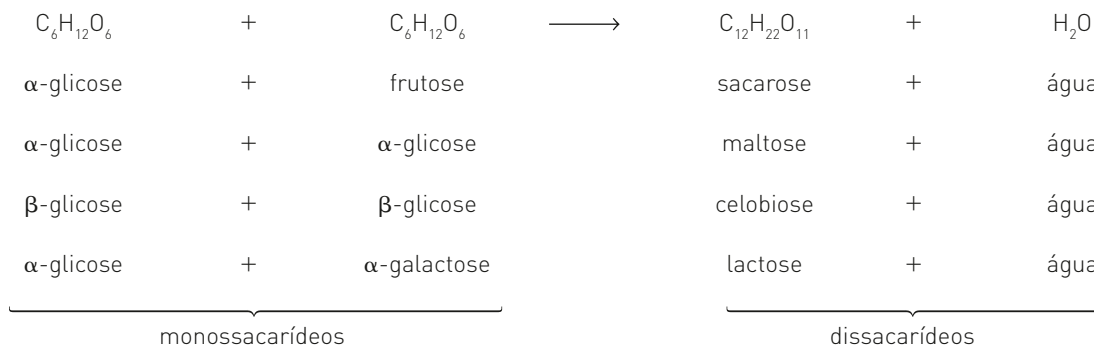


A frutose é o mais doce dos monossacarídeos e está presente em muitos frutos e no mel, no qual aparece junto à glicose.

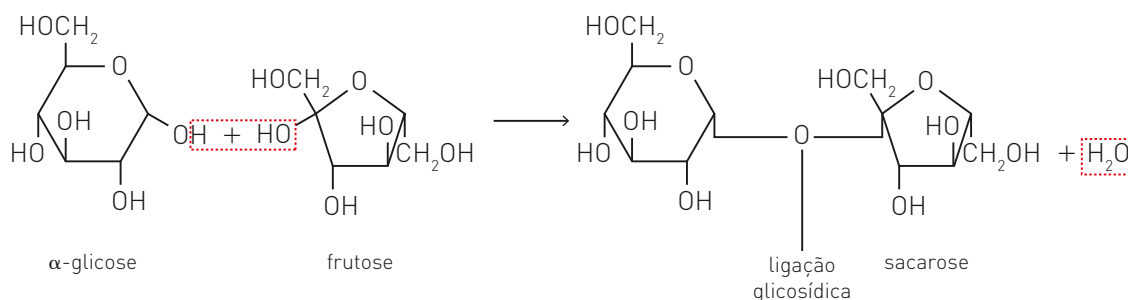
A frutose, por apresentar os grupos funcionais cetona e álcool (poliálcool), é classificada como uma cetose.

Dissacarídeos

A união de dois monossacarídeos irá resultar em um dissacarídeo, com a eliminação de uma molécula de água. Genericamente, temos:



O dissacarídeo mais importante é a **sacarose**, conhecida também por açúcar de cana ou açúcar comum, que, embora presente em vários outros vegetais, em nível industrial, é obtida principalmente a partir da cana-de-açúcar e da beterraba. Sua formação pode ser representada por:



Durante a digestão, a ligação glicosídica que une os monossacarídeos é quebrada, permitindo que eles atravessem as paredes intestinais e entrem na corrente sanguínea.



// Sacarose

EXPLORE SEU MUNDO

Vá ao supermercado e verifique se existe leite sem lactose. Será que você vai encontrar?

Intolerância à lactose

O dissacarídeo presente no leite é a lactose, que é quebrada pela enzima lactase no trato intestinal em monossacarídeos, que são fonte de energia. Bebês e crianças pequenas produzem lactase para quebrar a lactose presente no leite. É raro um bebê não ter a capacidade de produzir lactase. Entretanto, a produção de lactase diminui à medida que as pessoas envelhecem, o que causa a intolerância à lactose. Essa condição afeta aproximadamente 25% da população dos Estados Unidos. A deficiência de lactase ocorre em adultos de diferentes partes do mundo, mas nos Estados Unidos é prevalente entre as populações afro-americana, hispânica e asiática.

Quando a lactose não é quebrada em glicose e galactose, não pode ser absorvida pela parede intestinal e permanece no trato intestinal. Nos intestinos, a lactose sofre fermentação por produtos que incluem ácido lático e gases como o metano (CH_4) e CO_2 . Sintomas de intolerância à lactose aparecem aproximadamente de 1/2 h a 1 h depois de ingerir leite ou produtos derivados do leite e incluem náuseas, cólicas abdominais e diarreia. A severidade dos sintomas depende de quanta lactose está presente no alimento e de quanta lactase uma pessoa produz.

Tratamento

Uma maneira de reduzir a reação à lactose é evitar produtos que contêm esse dissacarídeo, incluindo leite e seus derivados, como queijo, manteiga e sorvete. Contudo, é importante consumir alimentos que forneçam cálcio para o corpo. Muitas pessoas com intolerância à lactose parecem tolerar iogurte, que é uma boa fonte de cálcio. Embora seja um alimento que contém lactose, as bactérias presentes no iogurte podem produzir alguma lactase, o que ajuda a digerir a lactose. Alguns alimentos como produtos de panificação, cereais, bebidas de café da manhã, molho de salada e até frios podem conter lactose nos seus ingredientes. É preciso ler os rótulos dos alimentos com atenção para ver se “leite” ou “lactose” estão entre os ingredientes.

A enzima lactase está agora disponível em diferentes formas, como tabletes que são ingeridos junto à refeição, em gotas para serem adicionadas ao leite, ou como aditivos em muitos produtos de consumo diário como o leite. Quando a lactase é adicionada ao leite que é deixado no refrigerador por 24 h, o nível de lactose é reduzido de 70% a 90%. Pílulas de lactase ou tabletes mastigáveis devem ser consumidos quando a pessoa inicia a refeição de alimentos com lactose. Se ingeridos muito antes da refeição, a maior parte da lactase será degradada pelo ácido estomacal. Se tomados logo após a refeição, a lactose já terá entrado no intestino grosso.

Fonte: TIMBERLAKE, K. C. *Chemistry: An Introduction to General, Organic and Biological Chemistry*. 12. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2015. Traduzido pelo autor.



Thinkstock/Getty Images

Produtos derivados do leite.

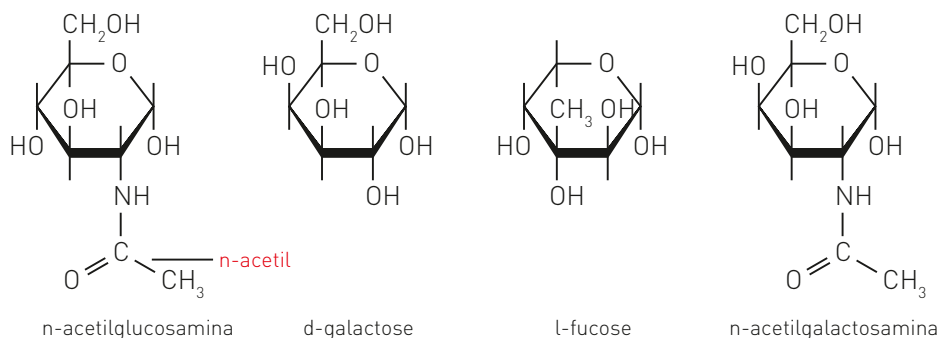
Refleta

1. Você conhece alguém que tem intolerância à lactose?
2. É recomendado a uma pessoa que tem intolerância à lactose que remova completamente o leite e seus derivados de sua dieta? Faça uma pesquisa.

Carboidratos e tipo sanguíneo

O sangue de uma pessoa pode ser classificado em quatro tipos: **A, B, AB e O**. Apesar de haver pequenas variações entre diferentes grupos étnicos, a incidência desses tipos sanguíneos é de aproximadamente 43% de O, 40% de A, 12% de B e 5% de AB.

O tipo sanguíneo é determinado pela presença de três ou quatro monossacarídeos que se ligam às células vermelhas do sangue. As estruturas e os nomes desses monossacarídeos são:



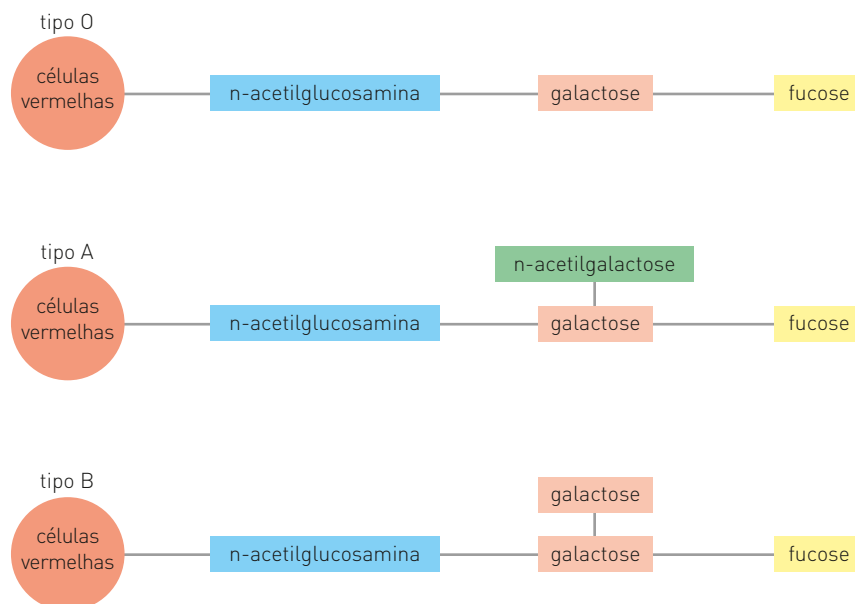
Todos os tipos de sangue contêm n-acetilglucosamina, galactose e fucose.

No sangue do tipo O, só existe n-acetilglucosamina ligada à galactose, e esta ligada à fucose.

No sangue do tipo A, existe n-acetilgalactose ligada à galactose.

No sangue do tipo B, existe mais uma galactose ligada à galactose.

No sangue do tipo AB, existe tanto o tipo A quanto o tipo B. O corpo de uma pessoa com sangue do tipo A produz anticorpos contra o tipo B, e vice-versa. O corpo de uma pessoa com sangue do tipo AB não produz nenhum anticorpo, ao passo que o de uma pessoa com sangue do tipo O produz tanto anticorpos A como B.

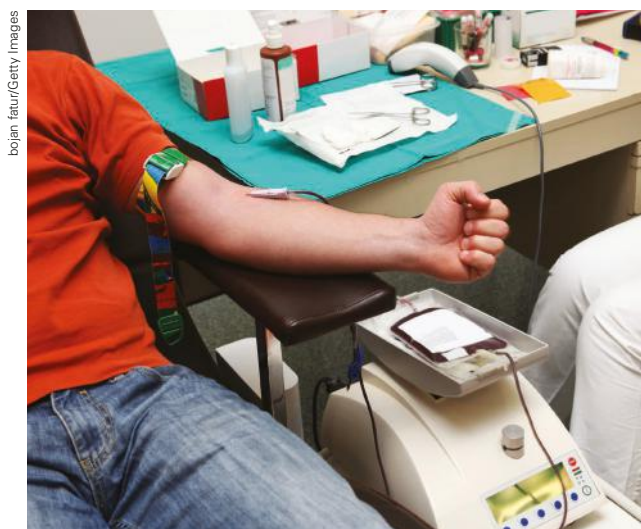


Se uma pessoa com sangue do tipo A receber uma transfusão de sangue do tipo B, seu corpo provoca a aglutinação das células vermelhas do sangue recebido. Ela só pode receber transfusões de sangue dos tipos A e O. As pessoas com sangue do tipo O são consideradas **doadoras universais**, e as de sangue do tipo AB, por poderem receber qualquer tipo de sangue, **receptoras universais**.

O quadro abaixo mostra a compatibilidade entre os quatro tipos de sangue.

Tipo de sangue	Tipo de sangue que pode receber	Tipo de sangue que não pode receber
A	A, O	B, AB
B	B, O	A, AB
AB	A, B, AB, O	—
O	O	A, B, AB

Fonte: TIMBERLAKE, K. C. *Chemistry: An Introduction to General, Organic and Biological Chemistry*. 10. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2009. p. 502.



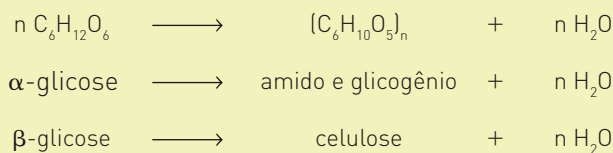
// Para ser doador de sangue, é preciso seguir critérios técnicos do Ministério da Saúde que visam à proteção do doador e à segurança do receptor: a pessoa deve procurar um hospital ou hemocentro munida de um documento de identificação com fotografia, ter entre 18 e 65 anos, pesar mais de 50 quilos, ser saudável e estar bem alimentada, porém em jejum de duas horas.

Reflita

1. Qual monossacarídeo presente no sangue do tipo A impede que um indivíduo de sangue do tipo O ou B o receba?
2. Por que pessoas com sangue do tipo O são consideradas doadoras universais?
3. Você sabe qual é o seu tipo sanguíneo? Já precisou alguma vez de transfusão de sangue? Argumente com seus colegas a importância da doação de sangue e de conhecer seu tipo sanguíneo.
4. Pesquise na internet ou na biblioteca de sua escola ou cidade quais doenças preexistentes impedem que uma pessoa seja doadora de sangue.

Polissacarídeos

A união de várias moléculas de monossacarídeos dá origem aos polissacarídeos, como o amido, o glicogênio e a celulose:



Amido

O amido é a mais importante fonte de carboidratos para o nosso organismo. É o polissacarídeo que constitui a reserva dos vegetais e é encontrado nos grãos das sementes e de raízes de numerosas plantas, como: batata, trigo, arroz, milho, mandioca, centeio e cevada.

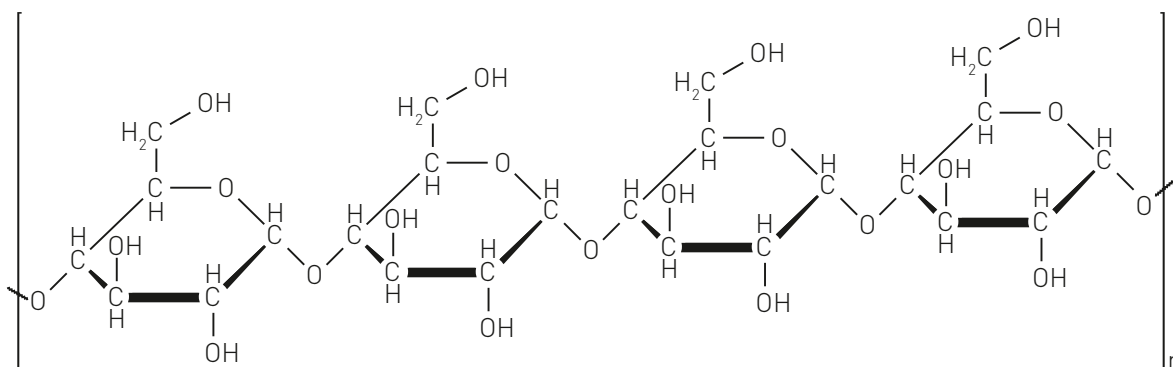
A quebra ou hidrólise do amido nutre a planta durante os períodos de redução de atividade da fotossíntese. Geralmente, associamos as batatas a uma grande quantidade de amido. No entanto, outros vegetais apresentam porcentagens de amido que, em massa, são maiores do que as existentes nas batatas.



Os alimentos ricos em carboidratos são fundamentais como fonte de energia.

Vegetais	batata	trigo	arroz	milho
% de amido	15	55	65	75

Veja abaixo a representação da estrutura do amido, em que n pode variar de 30 a 150.



Glicogênio

O glicogênio constitui a reserva animal de carboidratos. Praticamente todas as células dos mamíferos contêm glicogênio na forma de grânulos, porém ele é particularmente abundante no fígado (de 4% a 8% em massa) e nas células dos músculos (de 0,5% a 1%). Durante períodos de jejum ou de fome, o organismo transforma as reservas de glicogênio em glicose, necessária para manter o balanço energético.

Estruturalmente, ele é parecido com amido, apresentando cadeias muito ramificadas.

Celulose

A celulose é um carboidrato fibroso encontrado em todas as plantas e é o polissacarídeo mais abundante na natureza. Fibras de algodão e papel são praticamente constituídas só de celulose (95% em massa).

Na madeira seca, por exemplo, há 50% em massa de celulose; no algodão e no linho, é encontrada a forma natural mais pura da celulose.

Do ponto de vista industrial e econômico, a celulose é o mais importante dos polissacarídeos. São usados principalmente na manufatura de papel e de vestimentas – fibras naturais de algodão, linho, etc. – ou de *rayon* (nitrocelulose).

O ser humano não é capaz de digerir esse polissacarídeo, mas os bovinos e outros ruminantes são, pois possuem, em seu trato digestório, bactérias que produzem enzimas (celulase) capazes de metabolizá-lo. Já os cupins apresentam, em seu sistema digestório, um protozoário (*Triconinpha*) produtor de enzimas que também conseguem promover a metabolização da celulose.

Apesar de o ser humano não conseguir digerir a celulose, a sua ingestão é fundamental para a nossa saúde. Isso porque as fibras de celulose, ao chegar ao intestino, aglutinam várias substâncias, formando o bolo fecal, que atravessa o intestino mais facilmente e permite a excreção de substâncias nocivas ao nosso organismo.

Fotos: Thinkstock/Getty Images



// No rume, que é uma parte do trato digestório dos ruminantes, como os da fotografia, há bactérias simbióticas que produzem enzimas que hidrolisam a celulose.



// No intestino dos cupins existe um protozoário flagelado, denominado *Triconinpha*, que digere a celulose. A celulose, uma vez digerida, serve de alimento para ambos.

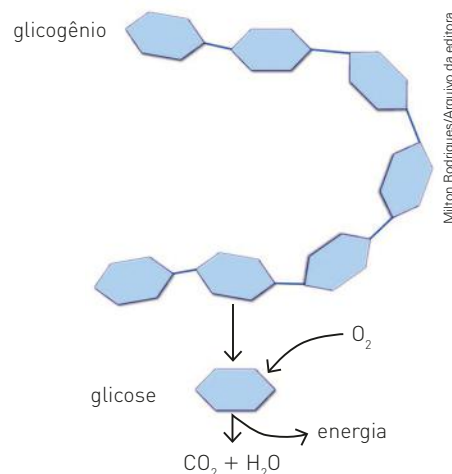
Função dos carboidratos

Com o auxílio de enzimas, os carboidratos do tipo dissacarídeo e polissacarídeo sofrem hidrólise, originando monossacarídeos. Estes sofrem combustão durante a respiração celular, liberando energia para as funções vitais.

A reação da combustão da glicose pode ser representada pela equação:



Para cada 1 mol de glicose (massa molar: 180 g/mol) queimado, são liberados $2,8 \cdot 10^3$ kJ. Na respiração celular, essa reação ocorre de maneira controlada e de acordo com as necessidades do organismo. Quando feita em laboratório, porém, essa reação desencadeia uma rápida liberação de energia acompanhada de chamas.



Milton Rodrigues/Arquivo da editora

// Esquema da obtenção da glicose a partir do glicogênio e de sua combustão.

Polímeros biodegradáveis

Bioespuma

Um composto biodegradável que poderá substituir o isopor na maioria de suas aplicações foi desenvolvido [...] em São Carlos, no interior paulista. Obtido a partir do óleo de mamona, o novo produto foi patenteado com o nome de bioespuma.

O composto é produzido à base de biomassa, ou seja, é um recurso renovável. Sua síntese envolve três reações: duas esterificações, a primeira entre o óleo de mamona e o amido, e a segunda com óleo de soja. O produto obtido, um polioli, deve reagir ainda com um isocianato (NCO) para que se chegue a uma espuma poliuretana biodegradável – a bioespuma.

[...]

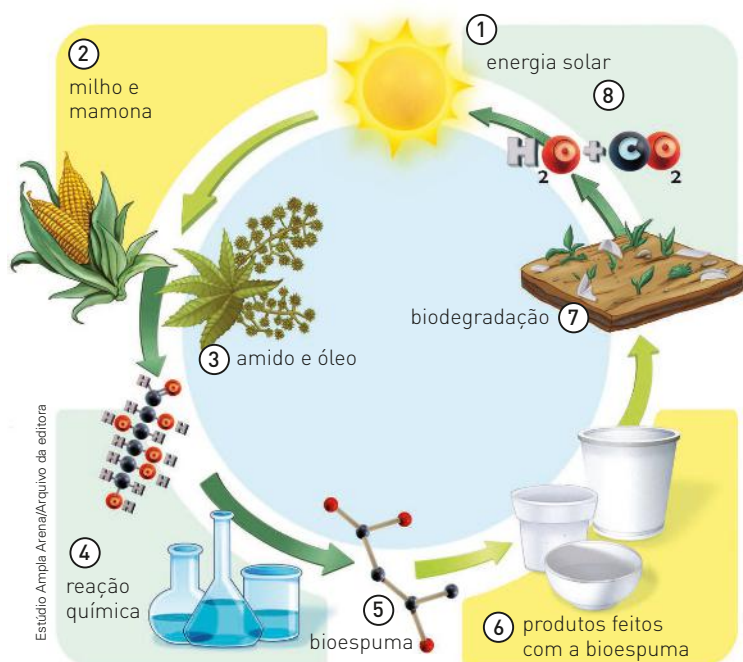
O isopor [...] tem duas desvantagens: é derivado do petróleo, um recurso não renovável, e não é biodegradável, isto é, pode levar anos para se decompor no meio ambiente.

Já a bioespuma se decompõe em um tempo consideravelmente menor. Testes feitos na empresa mostraram que entre oito meses e um ano ela desaparece totalmente no meio ambiente. “Durante o verão, esse tempo pode ser reduzido a até três meses” [garante Ricardo Vicinio, químico responsável pela descoberta do composto].

[...]

A decomposição do composto se dá em dois tempos. Em primeiro lugar ocorre a biodegradação, feita por fungos e bactérias. [A] segunda etapa de degradação da bioespuma [é] resultado da ação da luz e do calor.

[...]



Representação do ciclo da bioespuma.

Por ser biodegradável, o novo composto pode ser utilizado na fabricação de recipientes para mudas de plantas. As mudas são plantadas diretamente nesses recipientes, que se decompõem na terra após alguns meses. A bioespuma não inibe o crescimento dos vegetais.

O composto pode ser usado também na produção de embalagens para produtos eletrônicos e para alimentos em geral (bandejas descartáveis para frutas, por exemplo). [...]

Além de biodegradável, o composto não é tóxico nem propaga chamas. [...]

Compostos biodegradáveis que substituam o isopor também têm sido desenvolvidos na Europa e nos Estados Unidos. No entanto, a maioria deles é derivada do petróleo. O produto brasileiro, ao contrário, é feito a partir de biomassa. [...]

ESTEVEES, Bernardo. *Ciência Hoje*, v. 25, n. 146, p. 65-66.

PHB = Poli-hidroxibutirato

Uma nova tecnologia [desenvolvida no Agrupamento de Biotecnologia do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo)] pode vir a revolucionar o mercado de álcool e do açúcar. É o novo plástico biodegradável (bioplástico) feito a partir da cana-de-açúcar, uma matéria-prima renovável que se decompõe em cerca de 100 dias (em contato com um ambiente microbologicamente ativo), o que é uma vantagem em relação aos plásticos convencionais, que precisam de cerca de mais de 100 anos para se decompor. [São necessários 3,0 kg de açúcar para produzir 1,0 kg desse tipo de plástico.]

A tecnologia de produção do bioplástico é baseada na conversão microbológica de bactérias do gênero *alcalígenes*, que consomem a sacarose proveniente da cana-de-açúcar, transformam parte dela em grânulos intracelulares, que são poliésteres (com propriedades semelhantes aos poliésteres advindos do petróleo), e, após passarem pelo processo de extração, separação e purificação, dão origem ao bioplástico. Por meio desse processo, são gerados dois tipos de plástico biodegradável: o PHB-poli-hidroxibutirato (destinado, principalmente, à produção de moldes injetados, ou seja, artefatos pequenos, como utensílios domésticos, escolares, de uso pessoal, frascos e embalagens para as indústrias cosméticas e alimentícias) e um copolímero de PHB/HV-poli-hidroxibutirato/hidroxivalerato (destinado a processos de extrusão por sopro, utilizados na produção de embalagens grandes, como as de PET).

[...] o bioplástico é um concorrente do plástico convencional (feito a partir de derivados do petróleo) e, apesar de ser um pouco mais caro em relação ao outro, oferece diversos benefícios como o não impactamento do meio ambiente e a não contribuição para o aumento do CO₂ na atmosfera, na medida em que fecha o ciclo toda vez que se degrada.

Fonte: *Meio Ambiente Industrial*, ano IV, 24. ed., p. 44.

Reflita

1. Qual a melhor explicação para a expressão composto biodegradável?
 - a) Composto que nunca se degrada, seja pela ação do tempo ou por fatores biológicos.
 - b) Composto que não consegue ser degradado pela ação de organismos vivos.
 - c) Composto que se degrada somente após anos de exposição a fatores biológicos.
 - d) Composto que pode ser degradado por micro-organismos do meio ambiente.
 - e) Composto que somente se degrada quando submetido a processos industriais.
2. Segundo a Associação Brasileira do Poliestireno Expandido (Abrapex), em 2007, o Brasil consumiu cerca de 57 mil toneladas de isopor, parte vinda do exterior, acondicionando equipamentos eletrônicos. Sabe-se que o isopor contribui para a degradação do meio ambiente e que, muitas vezes, acaba tendo como destino o estômago de espécies animais. Embora nocivo ao ambiente, o isopor pode ser reciclado e, no Brasil, já é reutilizado. A bioespuma, por outro lado, tem uma vantagem ambiental: a degradabilidade. Cite outras vantagens do uso de bioespuma em vez de isopor.
3. Coloque em ordem crescente o tempo de decomposição das substâncias seguintes: isopor, bioplástico e bioespuma.

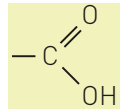


O que um plástico deve apresentar para ser considerado biodegradável?

Proteínas ou polipeptídeos

As proteínas são polímeros formados a partir da condensação de α -aminoácidos e estão em todas as células vivas. Algumas proteínas fazem parte da estrutura dos organismos, como fibras musculares, cabelo e pele; outras funcionam como catalisadores nas reações que ocorrem nos organismos e, nesse caso, são denominadas **enzimas**. Há, ainda, as proteínas que atuam como reguladores do metabolismo — os hormônios — e as que fazem parte do sistema imunológico.

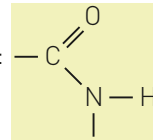
A interação responsável pela formação de proteínas ocorre entre o grupo ácido



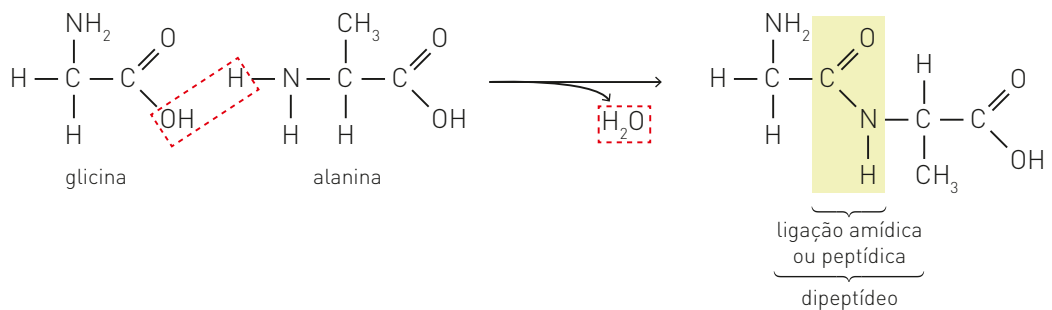
, presente em uma molécula de aminoácido, e o grupo básico $-\text{NH}_2$,

presente em outra molécula, com a eliminação de uma molécula de água, origi-

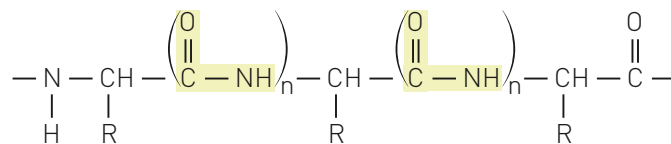
nando uma ligação amídica ou peptídica:



Um exemplo pode ser o da interação entre a glicina e a alanina, originando um dipeptídeo:



A união de (n) α -aminoácidos origina uma proteína ou um polipeptídeo. Sua representação pode ser dada por:



Cada proteína apresenta uma sequência característica de α -aminoácidos (α -aa) que determina sua função biológica.

A estrutura de uma proteína é classificada em quatro níveis diferentes, mostrados esquematicamente na ilustração ao lado.

Estúdio Ampla Arena/Luis Moura

(a) estrutura primária

(c) estrutura terciária

(b) estrutura secundária

(d) estrutura quaternária

CORES FANTASIA

AUSÊNCIA DE PROPORÇÃO

Intolerância ao glúten

O glúten é uma mistura de proteínas presente em cereais como cevada, centeio, trigo e malte. A doença celíaca é caracterizada por intolerância à ingestão do glúten e pode surgir em indivíduos geneticamente predispostos. A doença leva a um processo de inflamação que envolve a mucosa do intestino delgado, causando a atrofia das vilosidades presentes no intestino. As proteínas do glúten são resistentes à ação das enzimas digestivas.

A doença só pode ser diagnosticada por meio de exames de sangue, pois os sintomas são muito variados e constantemente associados com outras doenças. Normalmente se manifesta em crianças com até um ano de idade, quando começam a ingerir alimentos que contenham glúten ou seus derivados.

A demora no diagnóstico leva a deficiências no desenvolvimento da criança. Em alguns casos, manifesta-se somente na idade adulta, dependendo do grau de intolerância ao glúten, afetando homens e mulheres. Alguns dos sintomas característicos da doença celíaca são diarreia, vômito, perda de peso, inchaço nas pernas, anemias, alterações na pele, fraqueza das unhas, queda de pelos, diminuição da fertilidade, alterações do ciclo menstrual e sinais de desnutrição.

O tratamento mais indicado é a remoção total do glúten da dieta; a exclusão da mistura de proteínas da alimentação leva ao desaparecimento dos sintomas. A doença celíaca não tem cura; por isso, a dieta deve ser seguida rigorosamente pelo resto da vida. É importante que os celíacos fiquem atentos à possibilidade de desenvolver câncer de intestino e ter problemas de infertilidade.

Fontes: <<http://www.brasil.gov.br/saude/2014/09/saiba-quais-os-sintomas-da-intolerancia-ao-gluten>> e <<http://www.scielo.br/pdf/ramb/v56n1/27.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2018.



Informação Nutricional			
Porção de 110g (1 pacote): 100g de massa e 10g de tempero			
	Quantidade por porção	% VD (*)	
Valor Energético	475 kcal = 1995 kJ	24	
Carboidratos	68 g	23	
Proteínas	11 g	15	
Gorduras Totais	10 g	20	
Gorduras Saturadas	10 g	45	
Gorduras Trans	0 g		
Fibra Alimentar	3,0 g	12	
Sódio	2680 mg	112	

Néctar de Pêssego de Baixa Caloria			
BEBIDA DE BAIXA CALORIA			
80% menos calorias em relação ao produto convencional			
INFORMAÇÃO NUTRICIONAL / NUTRITION FACTS / INFORMACIÓN NUTRIMENTAL			
Porção de 200ml (1 copo) / Serving Size 6.7 fl.oz (200ml) / Porción de 200ml (1 vaso)			
Quantidade por porção / Amount per serving / Cantidad por porción			%VD (*)
Valor Energético / Calorias	20 kcal = 84 kJ	1	
Carboidratos / Carbohydrates / Carbohidratos	5,0 g	2	
dos quais açúcares	4,0 g	**	
Fibra Alimentar / Dietary Fiber / Fibra Alimentar	1,0 g	4	
Sódio / Sodium / Sodio	25 mg	1	
Waxina C / Waxine C / Waxina C	60 mg	130	

Fotos: Rita Barreto/Fotorena

Reflita

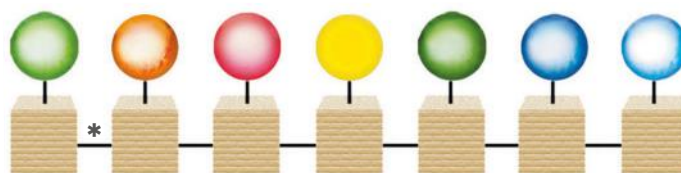
1. O glúten está presente na maioria das farinhas brancas, muito utilizadas na produção de pães. Pesquise qual o papel do glúten no aspecto final da massa.
2. É obrigatório por lei federal (Lei nº 10 674, de 16/05/2003) que todos os alimentos industrializados informem em seus rótulos a presença ou não de glúten para resguardar o direito à saúde dos portadores de doença celíaca. Pesquise e leia o rótulo da embalagem de diversos alimentos. Depois, liste aqueles que apresentam glúten em sua composição. Existem outros alimentos, sem glúten, que podem substituí-los?

beats/Shutterstock



• Estrutura primária

Consiste em uma sequência particular de aminoácidos unidos por meio de ligações peptídicas, originando uma cadeia principal em que os grupos **R** constituem cadeias laterais.

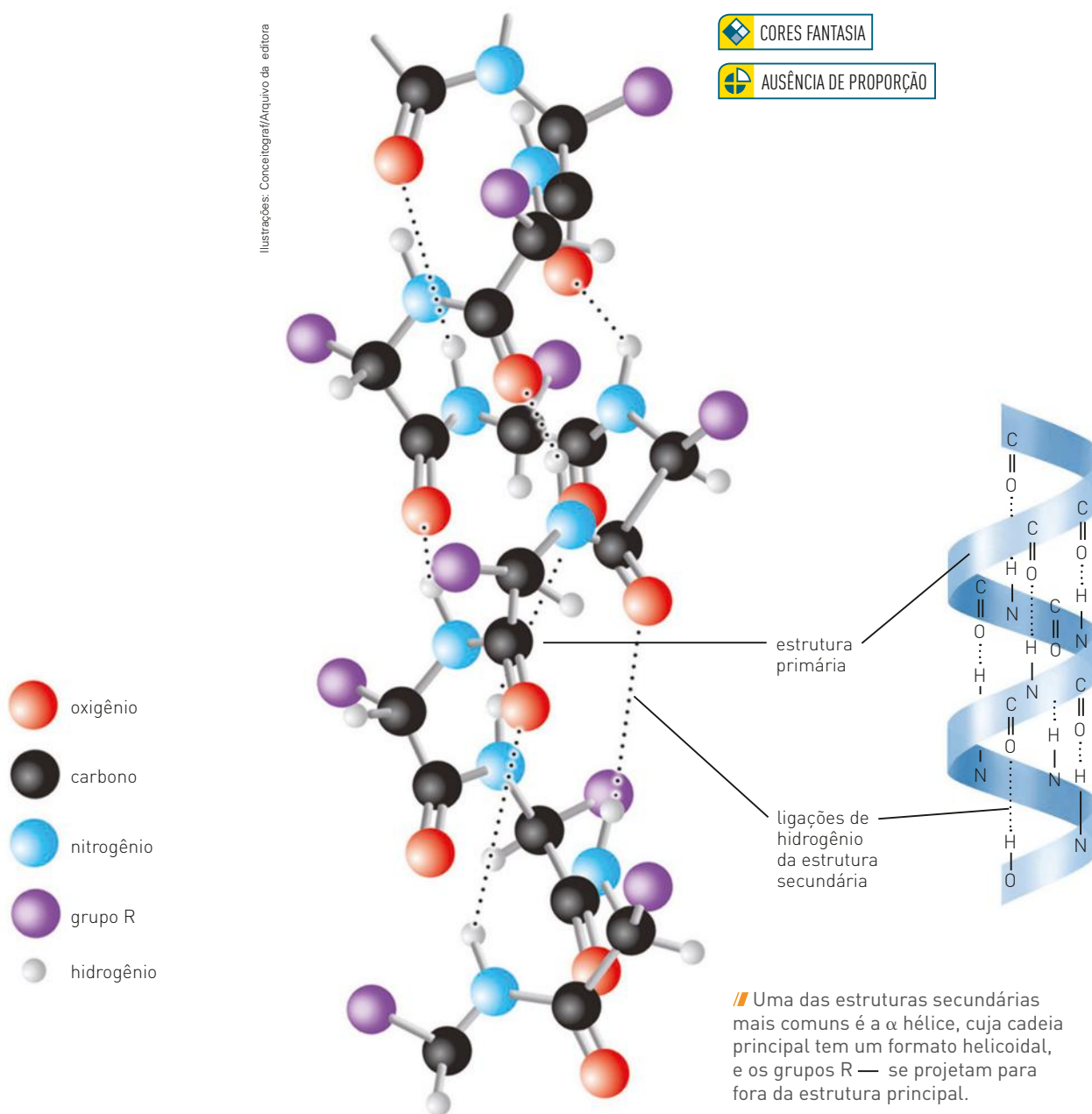


// O esquema representa a estrutura primária de uma proteína. As ligações peptídicas estão indicadas pelo símbolo * e as esferas coloridas representam as cadeias laterais.

• Estrutura secundária

Está relacionada com o tipo de estrutura que se forma como consequência de atrações, como, por exemplo, as ligações de hidrogênio, que ocorrem em partes de uma proteína ou ainda entre as cadeias de polipeptídeos.

Ilustrações: Conceitograf/Arquivo da editora



• Estrutura terciária

Está relacionada com as interações, repulsões e atrações que ocorrem entre os grupos R— laterais da cadeia do polipeptídeo.

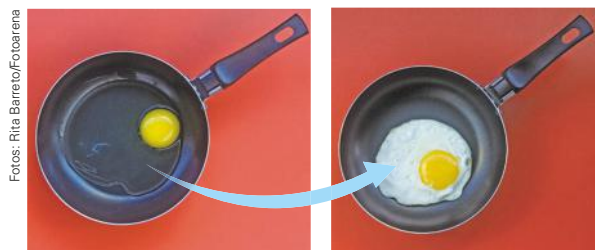
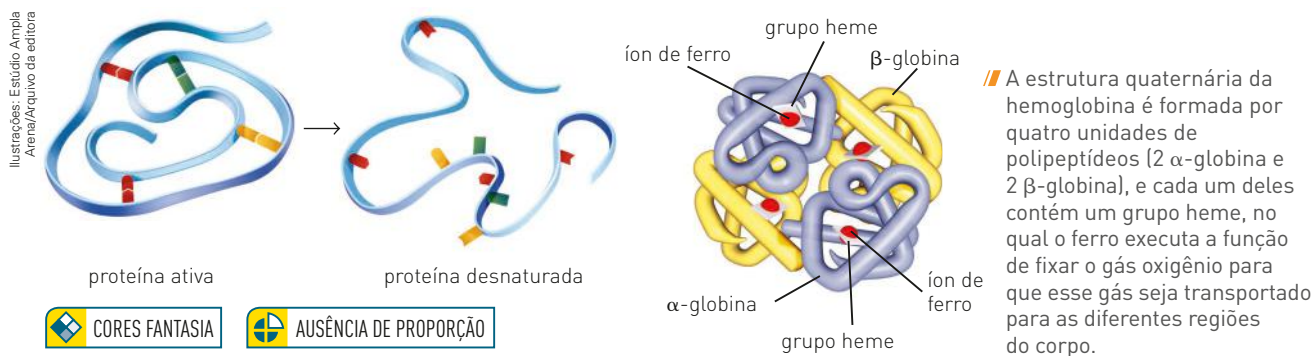
O quadro a seguir descreve as interações que determinam a forma de uma estrutura terciária.

Tipo de interação	Fórmula estrutural	Natureza das ligações
hidrofóbica	$\cdots \text{CH}_2 - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{CH}_2 \cdots$	atração entre grupos apolares
hidrofílica	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2 - \text{OH} \\ \vdots \\ \text{O} - \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	atração entre grupos polares e/ou ionizados atrações envolvendo H ligado a F, O, N
ponte salina	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2 - \text{OH} \\ \vdots \\ \text{O} - \text{CH}_2 - \\ \\ \text{H} \end{array}$	interações entre grupos ácidos ou básicos ionizados
ligação dissulfeto	$-\text{H}_2\text{C} - \text{S} - \text{S} - \text{CH}_2 -$	ligação covalente entre átomos de enxofre e duas ou mais cadeias de polipeptídeos

• Estrutura quaternária

Consiste na união de duas ou mais unidades de polipeptídeos.

Essas conformações espaciais podem ser alteradas ou destruídas por vários fatores: ação do calor, solventes orgânicos, variações de pH, agentes oxidantes e redutores e até por agitação intensa. Esse fenômeno é conhecido por **desnaturação proteica**.



// A perda das estruturas quaternárias e terciárias ocorre em algumas condições, tais como: elevação da temperatura, variações significativas de pH e agitação intensa. Quando a proteína sofre desnaturação, ela perde sua atividade biológica.



// O álcool etílico apresenta maior eficiência como desinfetante na concentração de 70% em volume. Nessa concentração, ele consegue penetrar em maior quantidade nas bactérias, desnaturando permanentemente sua estrutura proteica.

Queratina e melanina

Forma

Thinkstock/Getty Images



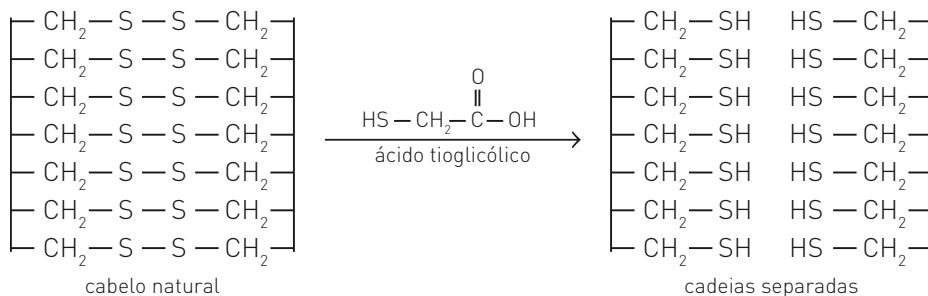
Queratina e melanina são as substâncias responsáveis pela forma e cor dos cabelos.

Um fio de cabelo pode ser liso, suavemente ondulado ou cacheado. Seu formato depende da combinação de diversas forças que atuam na queratina. Entre elas, as mais importantes são:

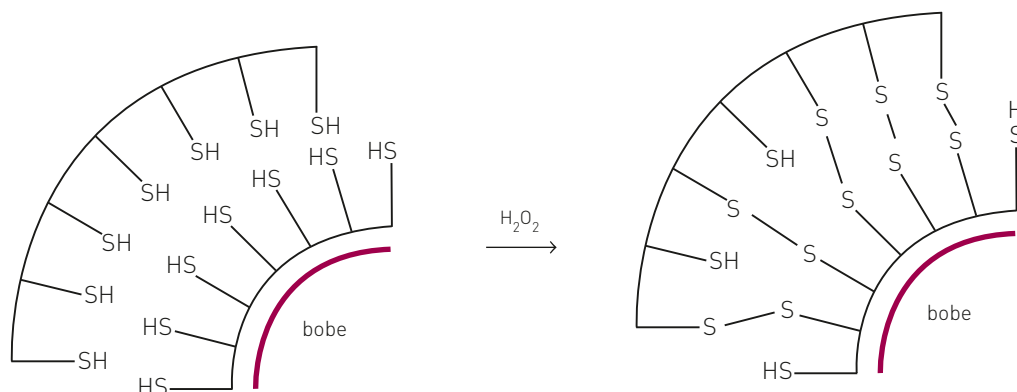
- ligações de dissulfeto;
- ligações de hidrogênio.

Agindo sobre essas forças, podemos modificar o formato dos fios de cabelo. Um rearranjo da estrutura do cabelo ocorre, por exemplo, quando eles estão molhados. As moléculas de água alteram as ligações de hidrogênio existentes nos cabelos secos, além de produzirem novas ligações de hidrogênio entre o cabelo e a água.

Uma alteração com um tempo maior de duração pode ser obtida pela realização de uma permanente. Para obter uma ondulação mais intensa, usam-se duas substâncias. Inicialmente, aplica-se ao cabelo uma loção contendo ácido tioglicólico, que é um agente redutor. O ácido tioglicólico quebra as ligações de dissulfeto, reduzindo-as a grupos —SH e separando as cadeias que formam a queratina.



A seguir, enrola-se o cabelo em peças cilíndricas, os bobes, dando-lhe um formato enrolado. Aos cabelos enrolados nos bobes aplica-se um agente oxidante, como a água oxigenada, que regenera as ligações de dissulfeto nesse novo formato.



Como se pode perceber pelo esquema, nem todas as ligações de dissulfeto são regeneradas, o que dá ao cabelo um formato mais ondulado que o inicial.

Esse processo deve ser repetido periodicamente conforme o crescimento do cabelo.

O mesmo processo pode ser usado para alisar cabelos muito ondulados. A mudança no formato do cabelo depende de como eles são arrumados entre a aplicação do ácido tioglicólico e a aplicação da água oxigenada.

Cor

É comum imaginar que a parte responsável pela cor do cabelo seja a cutícula, formada pela proteína denominada queratina.

Na verdade, a queratina é responsável pelo brilho de nosso cabelo. As cadeias de queratina formam placas, que se dispõem de maneira organizada e refletem a luz. Qualquer alteração na organização dessas placas diminui sua capacidade de reflexão da luz e provoca perda do brilho dos fios. As alterações podem ser provocadas, por exemplo, por uma variação de pH ou pela exposição excessiva ao sol.

As estruturas responsáveis pela cor do cabelo são as proteínas denominadas melaninas, presentes no córtex dos fios. Dentro do córtex, as melaninas formam cadeias que originam fibras ao longo do cabelo.

Geralmente, a cor do cabelo é associada à cor da pele:

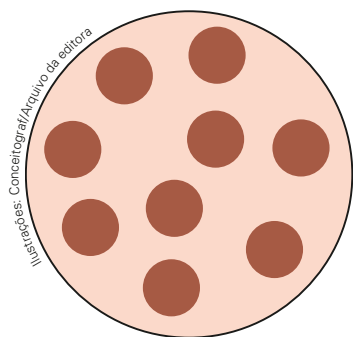
- Pessoas de pele escura —→ cabelos castanho-escuros ou pretos.
- Pessoas de pele clara —→ cabelos castanho-claros, ruivos ou loiros.

No entanto, a cor do cabelo depende da combinação dos quatro diferentes tipos de melanina.

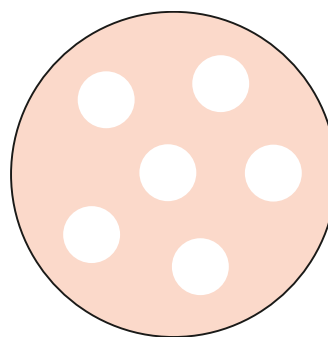
Conforme as pessoas envelhecem, é comum o aparecimento de cabelos brancos. Isso normalmente acontece após os quarenta anos, por causa da diminuição de pigmento na haste do cabelo.



// O aspecto acinzentado (grisalho) ocorre porque cabelos escuros ficam intercalados com cabelos brancos.



// Esquema de corte transversal de um fio de cabelo, no qual as partes escuras representam secções das fibras das melaninas.



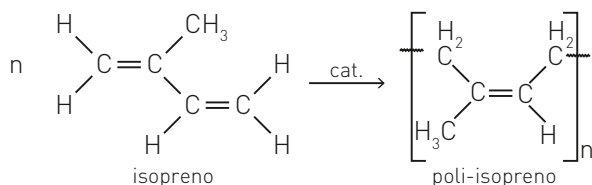
// Os espaços em branco (vazios) representam a ausência de melanina.

Reflita

1. Determine o número de oxidação do enxofre no cabelo natural e nas cadeias separadas pela ação do ácido tioglicólico. Nesse processo, o enxofre sofre oxidação ou redução?
2. Explique por que uma permanente não é definitiva.
3. Entre outras, duas proteínas têm papéis importantes na aparência de nosso cabelo: a queratina e a melanina. Quais são suas funções na estrutura do cabelo?

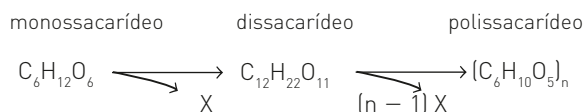
Fundamentando seus conhecimentos

1. Quais são os polímeros naturais?
2. A equação a seguir representa a polimerização do isopreno, monômero da borracha natural.



Sabendo que o eritreno e o cloropreno se polimerizam da mesma maneira, equacione as suas reações de polimerização.

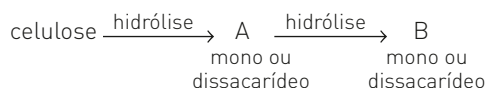
3. O que são elastômeros?
4. Em que consiste o processo de vulcanização?
5. Qual é o monômero de um polissacarídeo? Cite três exemplos.
6. Qual é o monômero de uma proteína? Esse monômero apresenta caráter ácido ou básico?
7. Considere a sequência:



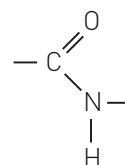
Qual é a substância química representada por X?

8. Cite três monossacarídeos e três dissacarídeos. Indique suas fórmulas moleculares.

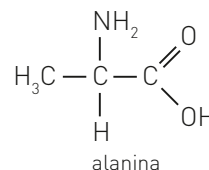
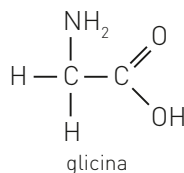
9. Observe a hidrólise da celulose, nomeie e classifique (mono ou dissacarídeo) as substâncias A e B.



10. A representação abaixo é característica de qual polímero natural? A que função orgânica pertence o agrupamento representado?

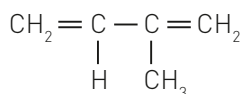


11. A união de dois aminoácidos produz um dipeptídeo com eliminação de uma molécula de água. Considerando os aminoácidos a seguir, una-os e represente a formação do dipeptídeo.

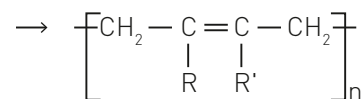
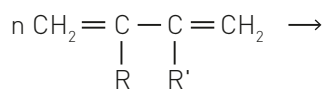


Desenvolvendo seus conhecimentos

1. (FGV-SP) Vulcanização é um processo de produção de borracha comercial que consiste, basicamente, na:
 - a) polimerização do isopreno.
 - b) interligação das cadeias dos polímeros da borracha natural por átomos de carbono.
 - c) interligação das cadeias dos polímeros da borracha natural por átomos de silício.
 - x** d) interligação das cadeias dos polímeros da borracha natural por átomos de enxofre.
 - e) desidratação da borracha natural seguida de adição de negro de fumo.
2. (Vunesp-SP) Compostos insaturados do tipo



podem polimerizar segundo a reação representada pela equação geral:

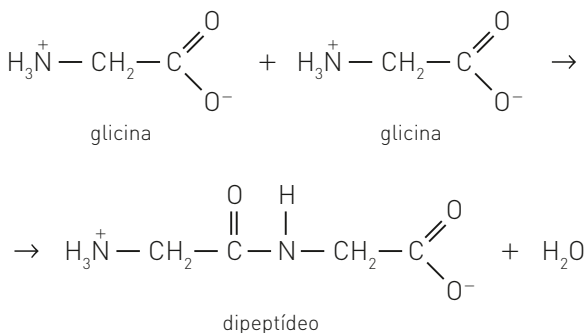


com $n < 2000$.

A borracha natural é obtida pela polimerização do composto para o qual R e R' são, respectivamente, H e CH₃.

- a) Escreva o nome oficial do monômero que dá origem à borracha natural.

3. (Fuvest-SP) O grupo amino de uma molécula de aminoácido pode reagir com o grupo carboxila de outra molécula de aminoácido [igual ou diferente], formando um dipeptídeo com eliminação de água, como exemplificado para a glicina:


$$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{O}^- \end{array} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$

L-alanina
(fórmula estrutural plana)

a) 2
b) 3
c) 4
d) 5
e) 6

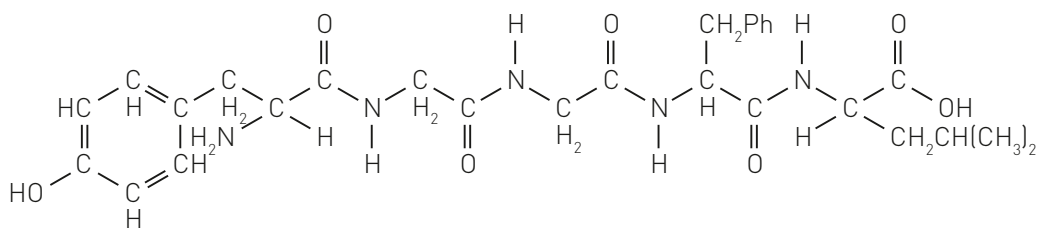
- Glicose e frutose formam a sacarose que, por sua vez, é o monômero constituinte da celulose.
- A frutose é o monômero formador da celulose.
- Glicose e frutose são constituintes da celulose.
- A glicose é o monômero formador da celulose.
- Glicose, frutose e celulose são monossacarídeos distintos.

- a) unhas e conchas.
- b) azeite e farinha.
- c) papel e madeira.
- d) vidro e teias de aranha.
- e) plástico verde e celofane.

$$n \text{ isopreno} \longrightarrow \left[\text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH} = \text{CH}_2 \right]_n$$

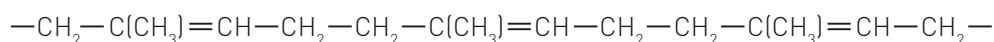
a) Somente a afirmativa IV é verdadeira.
b) Somente a afirmativa III é verdadeira.
c) Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.
d) Somente as afirmativas II e IV são verdadeiras.
e) Somente a afirmativa II é verdadeira.

7. (UFPI) Enkefalinas são componentes das endorfinas, polipeptídeos presentes no cérebro que atuam como analgésico próprio do corpo. Entre elas identificamos a leucinaencefalina, representada estruturalmente abaixo, que é caracterizada por:



- a) ser um pentâmero e apresentar quatro ligações peptídicas.
 b) ser um tetrâmero e apresentar quatro ligações peptídicas.
 c) ser um pentâmero e apresentar cinco ligações peptídicas.
 d) ser um tetrâmero e apresentar cinco ligações peptídicas.
 e) ser um pentâmero e apresentar oito ligações peptídicas.
8. (Unicamp-SP) Mais de 2000 plantas produzem látex, a partir do qual se produz a borracha natural. A *Hevea brasiliensis* (seringueira) é a mais importante fonte comercial desse látex. O látex da *Hevea brasiliensis* consiste em um polímero do cis-1,4-isopreno, fórmula C_5H_8 , com uma massa molecular média de 1310 kDa (quilodaltons). De acordo com essas informações, a seringueira produz um polímero que tem em média
- Dados de massas atômicas em Dalton: C = 12 e H = 1.
- a) 19 monômeros por molécula.
 b) 100 monômeros por molécula.
 c) 1310 monômeros por molécula.
 d) 19000 monômeros por molécula.

9. (Fuvest-SP) Os pneus das aeronaves devem ser capazes de resistir a impactos muito intensos no pouso e bruscas alterações de temperatura. Esses pneus são constituídos de uma câmara de borracha reforçada, preenchida com o gás nitrogênio (N_2) a uma pressão típica de 30 atm a 27 °C. Para a confecção dessa câmara, utiliza-se borracha natural modificada, que consiste principalmente do poli-isopreno, mostrado a seguir:



Em um avião, a temperatura dos pneus, recolhidos na fuselagem, era -13 °C durante o voo. Próximo ao pouso, a temperatura desses pneus passou a ser 27 °C mas seu volume interno não variou.

- a) Qual é a pressão interna de um dos pneus durante o voo? Mostre os cálculos.
 b) Qual é o volume interno desse mesmo pneu, em litros, dado que foram utilizados 14 kg de N_2 para enchê-lo? Mostre os cálculos.
 c) Escreva a fórmula estrutural do monômero do poli-isopreno.

Note e adote:

$$\text{Massa molar do } N_2 = 28 \text{ g/mol}$$

$$\text{Constante universal dos gases} = 0,82 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\text{K} = ^\circ\text{C} + 273$$

10. (Uema) “Dieta das proteínas: mais músculos, menos barriga. A dieta das proteínas é uma aliada e tanto para emagrecer, acabar com os pneuzinhos e ainda turbinar os músculos. E o melhor: tudo isso sem perder o pique nem passar fome.”

Fonte: Disponível em: <<http://www.corpoacorpo.uol.br>>. Acesso em: 07 mar. 2013.

As proteínas, substâncias indispensáveis para uma dieta saudável, são formadas pela união de um número muito grande de α -aminoácidos.

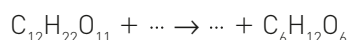
Sobre essa união, pode-se dizer que as proteínas são compostos formados

- a) por α -aminoácidos hidrofóbicos, apenas.
 b) pela reação de precipitação de α -aminoácidos.
 c) pela combinação de cinco α -aminoácidos diferentes, apenas.
 d) pela reação de polimerização (por condensação) de α -aminoácidos.
 e) por substâncias orgânicas de cadeia simples e baixa massa molecular.

Desafiando seus conhecimentos

1. (Unicamp-SP) Os heróis estranharam a presença dos dois copos sobre a mesa, indicando que teria passado mais alguém por ali. Além disso, havia leite e, pela ficha cadastral, eles sabiam que o guarda não podia tomá-lo, pois sofria de deficiência de lactase, uma enzima presente no intestino delgado. Portanto, se o guarda tomasse leite, teria diarreia. Na presença de lactase, a lactose, um dissacarídeo, reage com água, dando glicose e galactose, monossacarídeos.

a) Complete a equação a seguir, que representa a transformação do dissacarídeo em glicose e galactose:



- b) Se, com a finalidade de atender as pessoas deficientes em lactase, principalmente crianças, um leite for tratado com a enzima lactase, ele terá o seu "índice de doçura" aumentado ou diminuído? Justifique. Lembre-se de que o "poder edulcorante" é uma propriedade aditiva e que traduz quantas vezes uma substância é mais doce do que o açúcar, considerando-se massas iguais. A lactose apresenta "poder edulcorante" 0,26, a glicose, 0,70, e a galactose, 0,65.

2. (Unifesp) As seguintes afirmações foram feitas com relação à química dos alimentos:

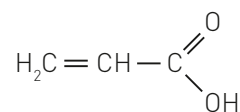
- O amido é um polímero nitrogenado que, por ação de enzimas da saliva, sofre hidrólise, formando aminoácidos.
- O grau de insaturação de um óleo de cozinha pode ser estimado fazendo-se a sua reação com iodo.
- Sacarose é um dissacarídeo que, por hidrólise, produz glicose e frutose, que são isômeros entre si.
- Maionese é um sistema coloidal constituído de gema de ovo disperso em óleo comestível e é, portanto, rico em carboidratos e lipídios.

As duas afirmações verdadeiras são:

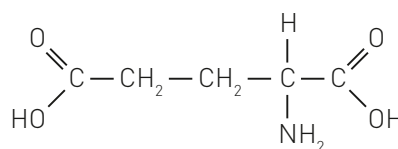
- I e II.
- I e III.
- x** II e III.
- II e IV.
- III e IV.

3. (Fuvest-SP) Ao cozinhar alimentos que contêm proteínas, forma-se acrilamida (amida do ácido acrílico), substância suspeita de ser cancerígena. Estudando vários aminoácidos, presentes nas proteínas, com o α -aminogruppo marcado com nitrogênio-15, verificou-se que apenas um deles originava a acrilamida e que este último composto não possuía nitrogênio-15.

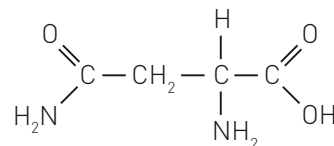
Dados:



ácido acrílico

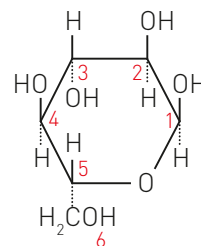


ácido glutâmico



asparagina

- Dê a fórmula estrutural da acrilamida.
 - Em função dos experimentos com nitrogênio-15, qual destes aminoácidos, a asparagina ou o ácido glutâmico, seria responsável pela formação da acrilamida? Justifique.
 - Acrilamida é usada industrialmente para produzir poli(acrilamida). Represente um segmento da cadeia desse polímero.
4. (Fuvest-SP) Considere a estrutura cíclica da glicose (abaixo), em que os átomos de carbono estão numerados.



O amido é um polímero formado pela condensação de moléculas de glicose, que se ligam, sucessivamente, através do carbono 1 de uma delas com o carbono 4 de outra (ligação “1 — 4”).

- a) Desenhe uma estrutura que possa representar uma parte do polímero, indicando a ligação “1 — 4” formada.
- b) Cite outra macromolécula que seja polímero da glicose.

5. (Ufpel-RS) A mídia, de um modo geral, ultimamente vem dando destaque aos chamados “alimentos funcionais”, isto é, alimentos que, ingeridos regularmente, podem prevenir ou retardar o aparecimento de determinadas doenças, inclusive o envelhecimento precoce. Muito se tem ouvido falar sobre os peixes possuírem ômega-3, um tipo de gordura que combate o LDL — considerado como o “mau colesterol”, responsável pelo desenvolvimento de doenças coronarianas —, e as frutas serem ricas em vitaminas. Faz parte da manchete a informação de que os vegetais folhosos contêm fibras, as quais ajudam no funcionamento dos intestinos. Enfim, uma alimentação saudável tem sido a tônica, devendo envolver não só a ingestão de carboidratos, proteínas e gorduras, mas também vitaminas e sais minerais, como o cálcio e o ferro, cujas carências podem estimular, respectivamente, o surgimento de osteoporose e de anemia. Cada alimento tem sua importância para o organismo, sendo dignos de realce aqueles que contêm os chamados antioxidantes, tais como a vitamina C, pois esses conseguem evitar a formação dos maiores inimigos da saúde: os radicais livres. Por isso, nas refeições, é aconselhável a ingestão de um suco natural de fruta e não de um refrigerante feito à base de açúcar, o qual, gaseificado, constitui-se numa solução supersaturada de gás carbônico, a qual é engarrafada sob pressão. Sobre as proteínas mencionadas no texto, considere as seguintes afirmativas.

- I. Elas são polímeros de α -aminoácidos.
- II. Quando hidrolisadas, elas produzem glicerina (propanotriol) e ácidos graxos.
- III. Em suas estruturas, os monômeros se unem através de ligações peptídicas.
- IV. Elas são polímeros cuja unidade monômera é o monossacarídeo glicose.

Dessas afirmativas, estão corretas apenas:

- ☒ a) I e III.
- ☐ b) II e III.
- ☐ c) II, III e IV.
- ☐ d) I e IV.
- ☐ e) I, II e IV.

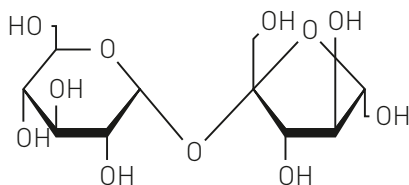
6. (Uece) A maioria das obstruções causadas nos esgotos é proveniente de aparelhos sanitários e pias residenciais cujos principais detritos são: fibras internas de fraldas descartáveis, cerdas de escova de dente, fiapos, plásticos, tecidos, panos e óleos. Dependendo da quantidade, esses detritos obstruem o caminho dos esgotos, causando entupimentos que, muitas vezes, causam enchentes nas ruas em consequência de chuvas fortes, provocando perigo para a população. Jogar detritos em pias e aparelhos sanitários é um hábito que deve ser evitado. Com relação a esses detritos, assinale a afirmação verdadeira.

- a) Nas fraldas descartáveis, há um polímero capaz de absorver grande quantidade de água pelo fenômeno de osmose, em que a membrana permeável é o próprio polímero.
- b) O nylon, usado nas cerdas das escovas de dentes, é formado por diaminas com diácidos, sendo um polímero de adição.
- c) Plásticos são materiais orgânicos poliméricos sintéticos de constituição micromolecular dotada de grande maleabilidade.
- ☒ d) Os tecidos sintéticos são fibras produzidas pelo homem, que utiliza produtos químicos da indústria petroquímica como matéria-prima.

7. (UEM-PR) Assinale a(s) alternativa(s) correta(s) a respeito de reações envolvendo produção e modificação de polímeros.

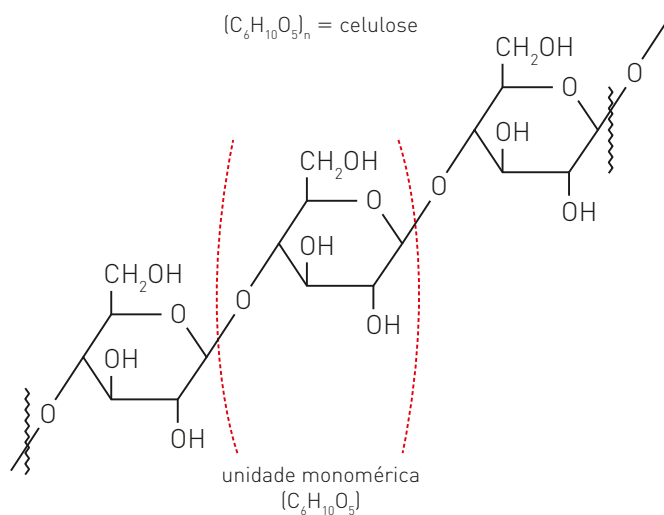
- 01) Nas reações de formação de polímeros de adição, como o PVC, há a geração de uma grande quantidade de subprodutos, que devem ser separados do produto final.
- ☒ 02) Um polímero de adição fabricado a partir de mais de um monômero recebe o nome de copolímero.
- ☒ 04) O processo de vulcanização diminui o número de ligações duplas na borracha natural, gerando ligações cruzadas entre diferentes cadeias do polímero através de pontes de enxofre.
- ☒ 08) Nas poliamidas, como o Náilon e o Kevlar, a presença de grupamentos amida é preponderante para as características de alta resistência desses polímeros, devido a fortes interações entre as cadeias, como as ligações de hidrogênio.
- 16) O processo de polimerização por condensação envolve sempre dois monômeros diferentes e não gera subprodutos.

8. (UFPI) Na forma de melaço ou rapadura, o açúcar da cana, sacarose, é uma das principais fontes energéticas para o povo nordestino. Quimicamente, a sacarose é um dímero de glicose, uma aldo-hexose, e frutose, uma ceto-hexose. Dada a estrutura da sacarose, a seguir, escolha a alternativa que apresenta os dois monômeros que constituem a sacarose.

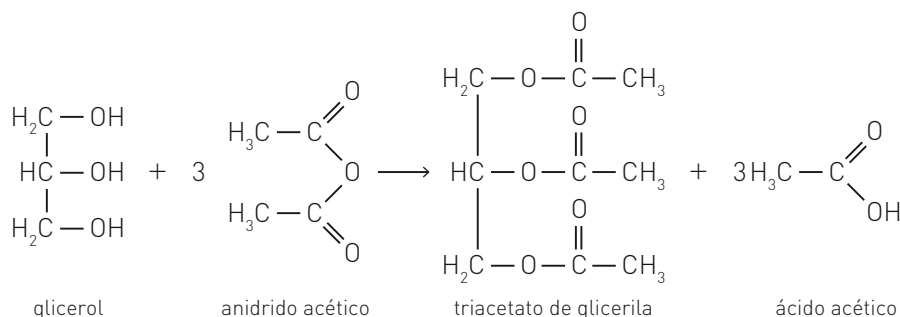


- a) $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}} + \text{HOCH}_2-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_2\text{OH}$
- b) $\text{HOCH}_2-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}} + \text{HOCH}_2-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_2\text{OH}$
- c) $\text{HOCH}_2-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}} + \text{HOCH}_2-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}$
- d) $\text{HOCH}_2-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}} + \text{HOCH}_2-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{CH}_2\text{OH}}{\text{C}}}$
- x e) $\text{HOCH}_2-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}} + \text{HOCH}_2-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{CH}_2\text{OH}}{\text{C}}}$

9. (Fuvest-SP) A celulose é um polímero natural, constituído de alguns milhares de unidades de glicose. Um segmento desse polímero é representado por:



Produce-se o acetato de celulose, usado na fabricação de fibras têxteis, fazendo-se reagir a celulose com anidrido acético. Um exemplo de reação de triacetilação é:



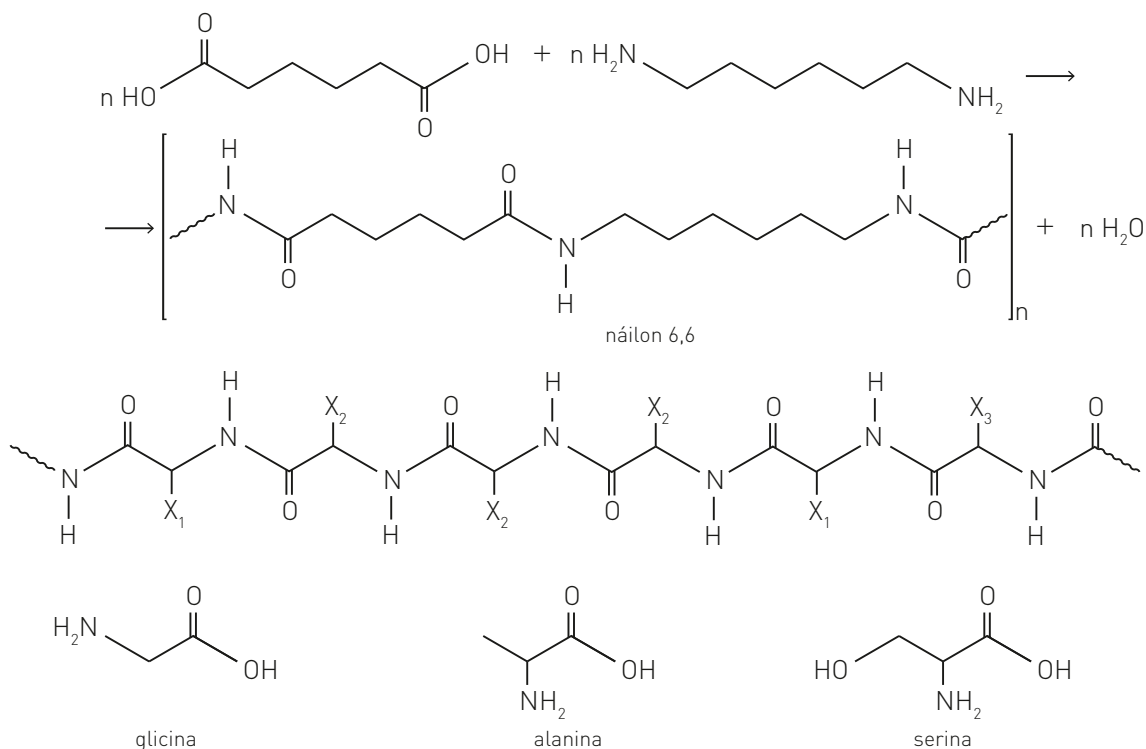
a) Escreva a unidade monomérica da celulose após ter sido triacetilada, isto é, após seus três grupos hidroxila terem reagido com anidrido acético. Represente explicitamente todos os átomos de hidrogênio que devem estar presentes nessa unidade monomérica triacetilada.

b) Calcule a massa de anidrido acético necessária para triacetilar 972 g de celulose.

c) Calcule o número de unidades monoméricas presentes na cadeia polimérica de certa amostra de celulose, cuja massa molar média é $4,86 \cdot 10^5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Dados: massas molares: ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$); anidrido acético: 102; unidade monomérica da celulose: 162.

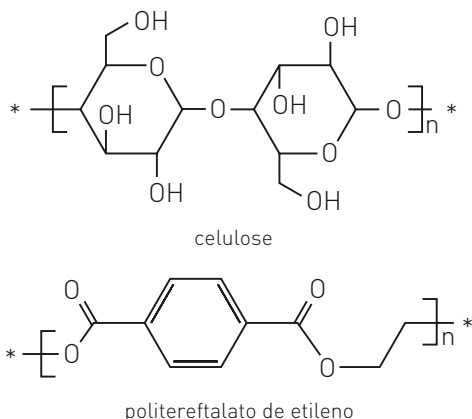
10. (UFRJ) Existem diversos tipos de náilon de acordo com a finalidade de uso. Comercialmente, essas poliamidas lineares são nomeadas em função do número de carbonos na cadeia do monômero. Assim, se dois monômeros são utilizados, o primeiro dígito no nome da poliamida indica o número de carbonos na diamina; e o segundo, o número de carbonos no ácido dicarboxílico. O náilon 6,6, por exemplo, é obtido a partir do 1,6 diamino-hexano e do ácido hexanodioico:



a) A partir dessas considerações, dê as estruturas dos monômeros para a obtenção do náilon 6,10.

b) Na figura anterior, está representado, de forma incompleta, um segmento de proteína da fibroína da seda, uma poliamida de origem animal utilizada como modelo, pela equipe da DuPont, para descobrir a síntese do náilon entre 1929 e 1932. Sabendo que esse segmento é formado a partir dos aminoácidos alanina (50%), glicina (33,3%) e serina (16,7%), dê as estruturas de X_1 , X_2 e X_3 que permitam completar a fórmula estrutural desse segmento.

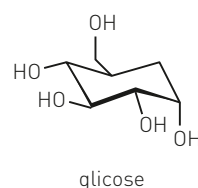
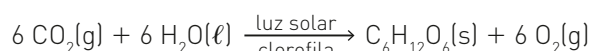
11. (UFPR) A estrutura molecular que compõe as fibras dos tecidos define o comportamento deles, como maciez, absorção de umidade do corpo e tendência ao encolhimento. As fibras de algodão contêm, em maior proporção, celulose, um polímero carboidrato natural. Já os tecidos sintéticos de poliéster têm propriedades diferentes do algodão. O poliéster é uma classe de homopolímeros e copolímeros que contém o grupo funcional éster na sua estrutura, como o politereftalato de etileno.



- a) Tecidos de algodão absorvem muito bem a umidade, diferentemente do poliéster. Com base nas estruturas químicas mostradas, escreva um texto explicando a razão pela qual a fibra do algodão apresenta essa propriedade.
- b) Roupas de tecidos de algodão tendem a encolher após as primeiras lavagens, principalmente se secas em secadoras, diferentemente dos tecidos de poliéster. Isso ocorre porque as fibras de algodão são esticadas a altas tensões no processo de tecelagem. Porém esse estado tensionado não é o mais estável da fibra. Com o movimento proporcionado pela lavagem e o aquecimento na secadora, as fibras tendem a relaxar para conformação mais estável, causando o encolhimento. Escreva um texto explicando qual é o tipo de interação responsável por atrair as fibras e resultar no encolhimento do tecido.
12. (FMJ-SP) Os monômeros buta-1,3-dieno e 2-cloro-buta-1,3-dieno são muito utilizados na fabricação de borrachas sintéticas, sendo, este último, também conhecido como cloropreno, uma substância resistente a mudanças de temperatura, à ação do ozônio e ao clima adverso.

- a) Escreva as fórmulas estruturais dos monômeros mencionados.
- b) A partir do monômero 2-cloro-buta-1,3-dieno é obtido o poli 2-cloro-but-2-eno conhecido comercialmente como neopreno, um elastômero sintético. Escreva a reação de obtenção do neopreno a partir do cloropreno e indique o tipo de isomeria espacial que ocorre nesse elastômero.

13. (EBMSP-BA)



Os organismos fotossintéticos removem parte do dióxido de carbono da atmosfera, o que diminui a concentração de gases de efeito estufa emitidos por atividades antrópicas e, a partir da absorção de energia solar, produzem glicose, de acordo com a reação química representada de maneira simplificada pela equação química. Moléculas de glicose, representadas pela estrutura química, combinam-se para formar a celulose – constituinte da parede celular dos vegetais – e o amido – armazenado em diferentes órgãos vegetais.

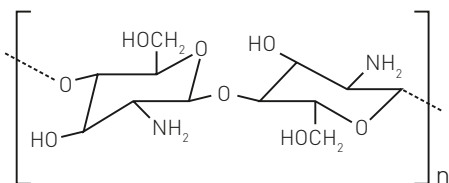
Considerando-se as informações e os conhecimentos das Ciências da Natureza, é correto afirmar:

- a) A glicose é um carboidrato de caráter básico que apresenta o grupo funcional das cetonas na sua estrutura química.
- b) O volume de CO (g) retirado da atmosfera pela absorção de 500 g do gás na fotossíntese é de 200 L medidos nas CNTP.
- c) A energia liberada no processo de fotossíntese é utilizada para o desenvolvimento dos seres vivos de uma cadeia alimentar.
- x d) O amido e a celulose são polímeros naturais obtidos pela reação de condensação entre moléculas de glicose com eliminação de água.
- e) A ingestão de celulose, presente nas folhas verdes, é importante para a obtenção das moléculas de glicose utilizadas pelas células do organismo humano.

14. (Uece) Para eliminar manchas em telas de *notebooks*, *smartphones* e *tablets*, alguns cuidados devem ser tomados. Deve-se evitar usar papel-toalha, guardanapos ou papel higiênico. O correto é usar uma solução caseira, composta de mistura de álcool com água destilada, em proporção idêntica. A água de torneira não é indicada, pois contém minerais dissolvidos, que podem deixar manchas. O tecido mais indicado para a limpeza é o usado em flanelas de microfibra, também usadas para limpar óculos. No que diz respeito a esses materiais, é correto afirmar que

- x a) o papel higiênico tem como matéria-prima a celulose que é misturada em água.
- b) o álcool usado na mistura é o metanol.
- c) um dos minerais solúveis contidos na água da torneira é o óxido de cálcio.
- d) as flanelas de microfibra são formadas por fenóis e éster.

15. (UCS-RS) A peliculização de sementes consiste em recobri-las com polímeros. O objetivo desse procedimento é preservar as sementes da ação dos fungos presentes tanto na semente como no solo, garantindo, assim, a germinação e o desenvolvimento das plântulas no campo. Um dos polímeros utilizados para essa finalidade é a quitosana, cuja estrutura química está representada abaixo.



Fonte: TANADA-PALMU, Patrícia Sayuri e outros. Recobrimento de sementes de brócolos e salsa com coberturas e filmes biodegradáveis. *Bragantia*, Campinas, v. 64, n. 2, p. 291-297, 2005. (Adaptado)

A quitosana é

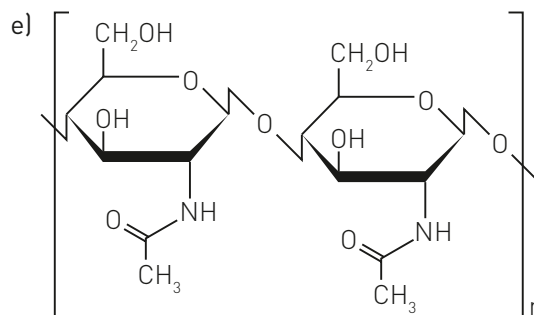
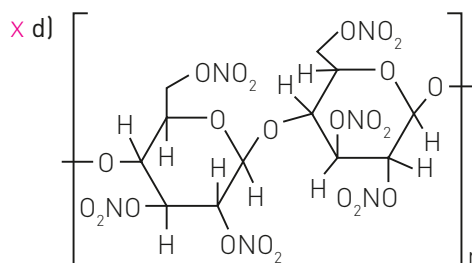
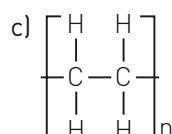
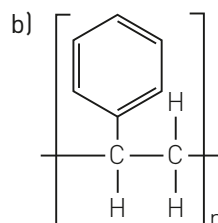
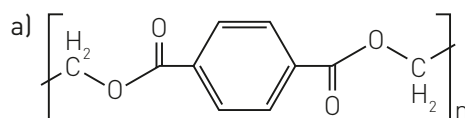
- x a) um derivado de polissacarídeo.
- b) uma enzima.
- c) um polipeptídeo.
- d) um aminoácido.
- e) um derivado de lipídeo.

16. (UPE) Cerca de mil rolos de filmes foram queimados no incêndio que atingiu a Cinemateca Brasileira em São Paulo. O incêndio atingiu um dos quatro depósitos de armazenamento de filmes em suporte de polímero natural modifi-

cado, característico da produção cinematográfica anterior à década de 1950. As películas eram compostas por um material que, pela sua composição físico-química, pode entrar em combustão espontânea, dependendo da temperatura no ambiente.

Adaptado de: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/cultura/noticia/2016-02/cerca-de-mil-rolos-de-filmes-sao-queimados-em-incendio-na-cinemateca> (Acesso em: 10/07/2016)

Esse polímero é representado por



17. (Enem) Com o objetivo de substituir as sacolas de polietileno, alguns supermercados têm utilizado um novo tipo de plástico ecológico, que apresenta em sua composição amido de milho e uma resina polimérica termoplástica, obtida a partir de uma fonte petroquímica.

ERENO, D. "Plásticos de vegetais". *Pesquisa Fapesp*, n. 179, jan. 2011 (adaptado).

Nesses plásticos, a fragmentação da resina polimérica é facilitada porque os carboidratos presentes

- a) dissolvem-se na água.
 - b) absorvem água com facilidade.
 - c) caramelizam por aquecimento e quebram.
 - x d) são digeridos por organismos decompositores.
 - e) decompõem-se espontaneamente em contato com água e gás carbônico.
18. (Uerj) As principais reservas de energia dos mamíferos são, em primeiro lugar, as gorduras e, em segundo lugar, um tipo de açúcar, o glicogênio. O glicogênio, porém, tem uma vantagem, para o organismo, em relação às gorduras.
- Essa vantagem está associada ao fato de o glicogênio apresentar, no organismo, maior capacidade de:
- x a) sofrer hidrólise.
 - b) ser compactado.
 - c) produzir energia.
 - d) solubilizar-se em água.

Atividade prática

Produzindo um polímero doméstico

A caseína é uma das proteínas encontradas no leite; portanto, como toda proteína, ela é um polímero natural.

Objetivo: por meio de uma atividade experimental bastante simples, extrair a caseína do leite e moldá-la.



Siga sempre as orientações do(a) professor(a).

Material

- 0,5 L de leite
- 1 coador de tecido
- 2 colheres de sopa de vinagre
- 1 fôrma de sua preferência

Procedimento

Aqueça brandamente o leite, sem deixar ferver, e adicione o vinagre sob agitação, obtendo o coalho. Deixe esfriar e, a seguir, filtre, desprezando o filtrado.

A massa branca obtida, maleável e moldável, deve ser colocada na fôrma. Após cinco dias, a caseína seca e adquire o formato da fôrma.

Agora, responda às questões.

1. Descreva o aspecto de cada fase obtida após a filtração e responda: a caseína está na fase sólida ou na líquida?
2. Qual é a ligação característica da caseína?
3. Represente esquematicamente o grupo funcional da ligação mencionada no item 2.
4. Cite quatro elementos químicos presentes na caseína.
5. Por que o leite não deve ser fervido?
6. Pesquise a produção de queijo em livros, revistas ou na internet e explique sucintamente o que os dois processos têm em comum.

Goma de mascar

Existem registros de que, ao longo de muitos séculos, o ser humano tem mascado resinas extraídas de vegetais para limpar os dentes. Na Grécia antiga, usava-se a resina de um arbusto chamado mastiche para a higiene bucal.

Os índios da Guatemala mascavam a resina extraída de uma árvore chamada *chicle* para estimular a salivação. Sabe-se também que maias e astecas usavam a resina obtida da árvore de *Sapota zapotilla* para preparar sua goma de mascar.

Somente no final do século XIX um estadunidense chamado Thomas Adams resolveu comercializar o chicle em grande escala, misturando-o com essências.

/// O mastiche (*Pistacia lentiscus*) é um arbusto que raramente alcança mais do que 4 m de altura, com folhas sempre verdes. Quando são feitas incisões transversais no seu tronco, escorre uma resina, que rapidamente se solidifica em grãos amarelos translúcidos.



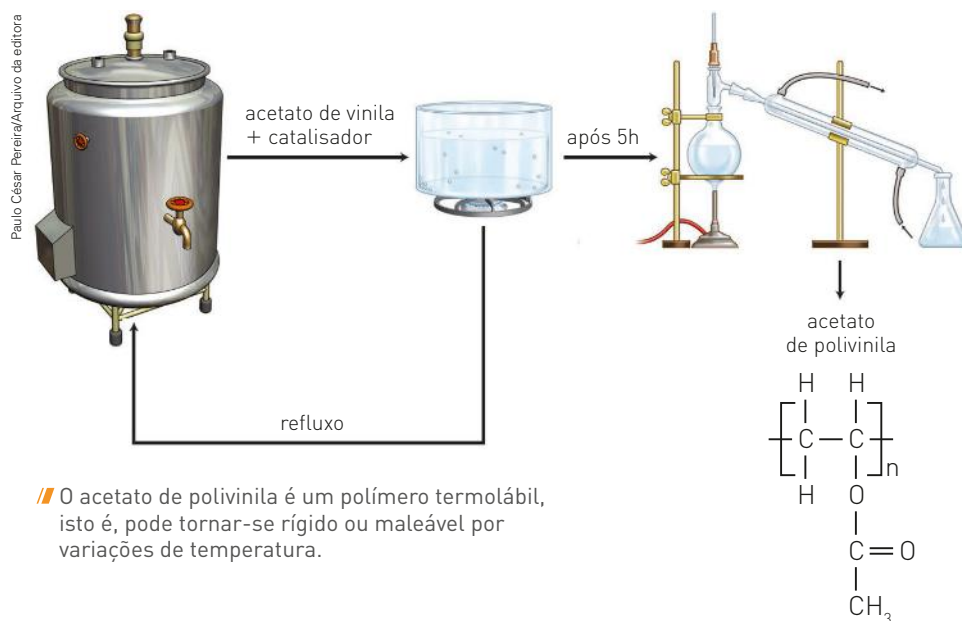
Bob Gibbons/SPL/LatinStock



Dave King/Dorling Kindersley/Getty Images

Após a Segunda Guerra Mundial, difundido pelos soldados norte-americanos, o hábito de mascar produtos semelhantes ao criado por Adams se difundiu por todo o mundo. Devido ao elevado preço da resina chicle, ela passou a ser substituída por uma base de goma artificial, composta de borracha sintética e parafinas.

A essa goma-base, atualmente, são adicionados emulsificantes, antioxidantes, glicerina, açúcar e substâncias aromatizantes para que ela fique com a textura, o sabor e o aroma que conhecemos. Adiciona-se também o polímero acetato de polivinila (PVA), para que a goma tenha plasticidade e elasticidade. O esquema a seguir representa o processo de produção do acetato de polivinila:



/// O acetato de polivinila é um polímero termolábil, isto é, pode tornar-se rígido ou maleável por variações de temperatura.

Devido ao seu elevado consumo, as gomas de mascar se tornaram alvo de muitas pesquisas científicas. Para atender às necessidades de pessoas que não podem ingerir açúcar, a partir da década de 1960, começou a ser produzida a goma de mascar com adoçantes artificiais. Já na década de 1990, chegaram ao mercado as primeiras gomas de mascar com adição de nicotina, com a finalidade de reduzir gradualmente a dependência física de tabaco e os hábitos associados a ele.

O hábito de mascar essas gomas deve vir sempre acompanhado de alguns cuidados.

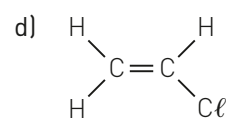
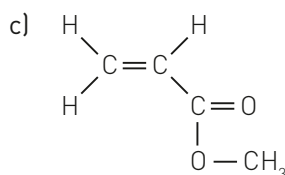
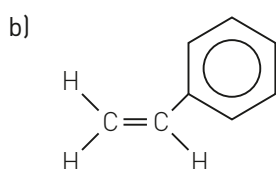
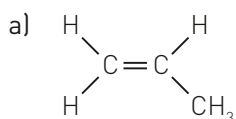
Evitar que crianças pequenas consumam gomas de mascar, pois, se engolidas acidentalmente, podem obstruir as vias respiratórias ou interromper o fluxo intestinal.

Evitar o seu uso com o estômago vazio, pois a mastigação aumenta a salivação, que estimula a produção de enzimas gástricas. Tais enzimas, quando em excesso, podem provocar algum tipo de irritação no estômago.

Além desses cuidados, devemos prestar atenção a uma regra fundamental de comportamento, que ajuda a preservar o ambiente: após o seu consumo, a goma de mascar deve ser descartada exclusivamente em lixeiras.

Refleta

1. Qual é o monômero que, ao se polimerizar, origina a substância que dá elasticidade suficiente à goma-ba-se para que, quando inflada, forme grandes bolas?



2. A transformação sofrida pelo acetato de polivinila, que aumenta a sua maleabilidade, é endotérmica ou exotérmica? Justifique.
3. Qual é o nome da técnica de separação de misturas utilizada para separar o acetato de polivinila produzido do restante do material resultante da reação?
4. Cite alguns hábitos inconvenientes, associados ao hábito de mascar goma. Pense a respeito e discuta suas opiniões com seus amigos.
5. Faça uma pesquisa na internet ou na biblioteca de sua escola ou de sua cidade sobre a causa e os argumentos usados para permitir a instalação de bases militares norte-americanas no Brasil, no início da década de 1940. Uma dessas bases foi estabelecida no estado do Rio Grande do Norte, na região Nordeste do Brasil. A seguir, escreva um texto estabelecendo uma relação entre esse fato e o motivo de a primeira fábrica de goma de mascar brasileira ter sido construída na cidade de Natal (RN).



/// Fotografia da visita do ex-presidente estadunidense Franklin D. Roosevelt (1882-1945), em 1943, à base aérea norte-americana de Natal (RN), voltando de Casablanca (Marrocos).

Unidade 5 – Isomeria

Capítulo 13 – Conceito de isomeria

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 318)

1. b.
2. b.
4. c.
5. c.
6. e.
7. b.
8. e.
9. e.

Desafiando seus conhecimentos (p. 321)

1. d.
2. d.
3. e.
4. e.
5. d.
8. c.

Capítulo 14 – Isomeria plana

Fundamentando seus conhecimentos (p. 325)

1. I e V; III e VII.
2. III e VII.
3. VI e X.
4. I. Tautomeria;
II. Compensação.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 326)

1. c.
2. d.

3. a.
4. c.
5. c.
6. b.
7. a.
8. c.
9. c.
10. b.

Desafiando seus conhecimentos (p. 329)

1. b.
2. b.
3. c.
4. b.
6. a.
9. e.
10. b.
11. a.
12. e.
14. 04 e 16.
16. d.
18. e.

Capítulo 15 – Isomeria espacial

Fundamentando seus conhecimentos (p. 340)

1. II e III.
2. II. E; III. Z.
5. Apenas II.
7. Apenas IX.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 341)

3. d.
4. a.

- 6. c.
- 7. e.
- 8. a.
- 9. c.
- 10. b.

Desafiando seus conhecimentos (p. 344)

- 1. b.
- 2. a.
- 3. c.
- 5. d.
- 7. a.
- 10. a.
- 11. e.
- 12. c.
- 13. d.
- 14. c.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 356)

- 1. Ácido carboxílico e haleto orgânico.
- 3. $C_3H_5O_2Cl$.
- 4. C ligado ao Cl.
- 5. II e VI.
- 7. Álcool e aldeído.
- 8. 4 carbonos quirais.
- 9. 16 isômeros opticamente ativos.
- 10. 8 misturas racêmicas possíveis.
- 11. 6 carbonos quirais.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 357)

- 1. b.
- 2. b.
- 3. d.
- 4. e.
- 5. d.

- 6. a.
- 7. c.
- 9. a.
- 10. a.
- 11. b.
- 13. a.
- 14. b.

Desafiando seus conhecimentos (p. 361)

- 1. c.
- 2. e.
- 3. d.
- 4. c.
- 5. e.
- 6. e.
- 7. d.
- 8. d.
- 9. a.
- 10. b.
- 11. b.
- 12. d.
- 13. c.
- 18. d.
- 20. b.
- 21. b.
- 22. e.
- 23. b.
- 24. e.

Unidade 6 – Reações orgânicas de hidrocarbonetos

Capítulo 16 – Tipos de reações orgânicas

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 380)

- 1. c.
- 2. d.

3. e.

4. a.

Desafiando seus conhecimentos (p. 381)

1. d.

2. c.

3. a.

4. a.

5. b.

6. b.

7. c.

8. e.

► Complemento – Química Verde

Exercícios (p. 385)

3. a.

Capítulo 17 – Reações de substituição

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 396)

7. c.

8. c.

9. b.

10. a.

11. c.

12. a) Reação de substituição.
b) HBr (ácido bromídrico).

13. d.

14. a.

15. b.

16. c.

17. d.

19. e.

20. e.

21. a.

Desafiando seus conhecimentos (p. 399)

1. b.

3. e.

4. b.

5. b.

6. c.

7. V – V – F – V – V.

10. d.

12. 01, 02, 04, 08 e 16.

13. 04, 08 e 16.

14. d.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 407)

1. a.

2. b.

3. e.

4. c.

6. e.

7. c.

10. d.

Desafiando seus conhecimentos (p. 410)

6. c.

7. b.

8. b.

9. d.

10. 02, 04, 08 e 16.

11. a.

12. b.

14. e.

15. d.

17. e.

► Complemento – Mecanismos de reações orgânicas

Exercícios (p. 417)

1. c.

Capítulo 18 – Reações de adição

Desenvolvendo seus conhecimentos
(p. 426)

1. d.

2. a.

3. d.

4. 2-2, 3-3 e 4-4.

5. c.

6. b.

8. b.

9. 02, 08 e 32.

13. b.

14. d.

15. c.

16. a.

17. a.

18. a.

19. a.

20. d.

21. e.

Desafiando seus conhecimentos
(p. 431)

1. c.

2. 0-0 e 2-2.

3. c.

8. d.

9. V – F – F – V – F.

13. b.

14. c.

16. b.

► Complemento – Mais sobre adições

Exercícios (p. 437)

5. b.

7. d.

6. d.

9. b.

Capítulo 19 – Reações de oxidação

Fundamentando seus conhecimentos
(p. 445)

5. But-1-eno.

Desenvolvendo seus conhecimentos
(p. 446)

1. Pent-1-eno.

5. c.

6. c.

7. b.

8. a.

10. c.

12. d.

13. e.

14. c.

16. e.

18. a.

19. e.

20. a.

Desafiando seus conhecimentos
(p. 449)

1. 02 e 08.

2. e.
3. d.
4. b.
5. d.
6. e.
7. d.
9. b.
10. b.
12. e.
14. a.
15. b.

► Complemento – Outras reações de oxidação

Exercícios (p. 456)

4. c.
5. d.
8. b.

Unidade 7 – Reações de outras funções orgânicas

Capítulo 20 – Álcoois

Fundamentando seus conhecimentos (p. 470)

1. I, butan-2-ol; II, metilpropan-2-ol; III, butan-1-ol.
2. 4 mol.
3. Butan-1-ol.
4. Butan-1-ol.
5. 2-metilpropan-2-ol.
6. Butan-2-ol.

7. Butan-2-ol.
14. Metanoato de etila.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 471)

1. b.
5. 2-metilbutan-2-ol.
10. a) Propano-1,2,3-triol.
b) Aldeído e álcool.
c) Oxidação.
13. b.
15. a.
16. b.
18. a.
19. b.
20. c.
21. 01 e 16.
22. b.
23. 04, 08 e 16.

Desafiando seus conhecimentos (p. 476)

2. d.
3. e.
5. c.
6. c.
7. a.
10. a.
11. d.
12. d.
13. c.
15. a.
21. d.
22. a.
24. d.

- 25. b.
- 26. b.
- 27. 01, 02 e 16.
- 28. a.
- 29. b.
- 32. c.
- 33. F – V – V – F.
- 34. 02, 04 e 16.

Capítulo 21 – Aldeídos e cetonas

Fundamentando seus conhecimentos (p. 493)

- 1. I: 4-metilpentanal;
II: 5-metil-hexan-3-ona.
- 6. I.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 493)

- 1. d.
- 2. d.
- 3. b.
- 4. c.
- 5. d.
- 7. b, c, e.
- 9. c.
- 10. b.
- 11. e.

Desafiando seus conhecimentos (p. 495)

- 3. d.
- 5. c.
- 7. e.
- 9. b.
- 10. a.

- 14. 02 e 04.
- 15. d.
- 19. c.
- 20. F – F – F – V – V.

Capítulo 22 – Ácidos carboxílicos

Fundamentando seus conhecimentos (p. 516)

- 1. Três.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 517)

- 1. c.
- 2. b.
- 3. d.
- 5. 04 e 08.
- 6. d.
- 9. c.
- 10. c.
- 11. d.
- 12. b.
- 13. e.
- 15. b.
- 16. a.
- 17. b.
- 18. d.
- 19. c.
- 20. d.
- 21. 2-2.

Desafiando seus conhecimentos (p. 522)

- 1. c.
- 4. e.
- 6. 04 e 08.

8. c.
9. 01, 02 e 08.
12. c.
13. d.
14. a.
16. 01 e 08.
17. d.
18. d.
19. c.
20. c.

Capítulo 23 – Ésteres

Fundamentando seus conhecimentos (p. 546)

1. Gordura.
2. Óleo
3. Gordura.
4. 6 mol.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 548)

1. d.
4. a.
5. a.
6. e.
8. d.
9. b.
10. a.
12. d.
13. d.
14. 02 e 16.
15. d.
16. a.
17. e.

18. a.
19. a.
21. d.
23. e.
25. a.
26. b.
27. b.
30. c.
31. a) Saponificação.
b) Sal de ácido carboxílico.
32. b.
33. b.

Desafiando seus conhecimentos (p. 556)

1. I, amina; II, éster.
7. c.
8. a.
11. e.
13. e.
14. V – V – V – V – F.
15. V – F – F – V.
16. b.
17. a.
18. b.
21. 02, 08 e 16.
22. a.
23. b.
24. F – F – V – F.
27. a.
29. a.
30. b.
31. b.
32. e.
33. 02, 04 e 16.

34. 08 e 16.

36. b.

37. e.

38. b.

39. c.

Capítulo 24 – Aminas, aminoácidos e amidas

Fundamentando seus conhecimentos (p. 587)

5. A alanina possui caráter ácido devido à presença da carboxila e caráter básico em função da presença do grupo amino.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 588)

1. 08, 16 e 32.
4. d.
6. d.
7. c.
8. c.
9. b.
10. d.
11. d.
12. b.
13. e.
14. a.

Desafiando seus conhecimentos (p. 591)

2. d.
3. d.
4. b.
5. e.
8. a.

12. d.

13. d.

15. e.

16. c.

18. c.

19. e.

Unidade 8 – Polímeros

Capítulo 25 – Polímeros sintéticos

Fundamentando seus conhecimentos (p. 609)

1. Eteno (etileno): polietileno.
2. Propeno (propileno): polipropileno.
3. Cloreto de vinila: policloreto de vinila (PVC).
4. Vinilbenzeno: polivinilbenzeno (estireno).
5. Cianeto de vinila: policianeto de vinila.
7. III; apresenta ligações π conjugadas.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 610)

1. d.
2. b.
3. d.
4. e.
5. d.
6. d.
7. a.
8. c.
9. d.
10. d.
11. e.
13. b.

14. b.
15. a.
17. 01, 02 e 16.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 624)

1. Adição: I, III; condensação: II, IV.
2. Ácido carboxílico; álcool.
3. Éster.
4. Ácido carboxílico; álcool.
5. H_2O .
6. IV, VII.
7. Amida.
8. Amina; ácido carboxílico.
9. H_2O .
10. III e V.
11. H_2O .
12. Tomadas, cabos de panela.
13. Bases.
14. Fórmica.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 625)

2. a.
3. e.
5. d.
7. d.
9. d.
10. e.
11. d.
12. a.
13. d.
14. a.
15. e.

16. a.
17. c.
18. b.
19. c.

Desafiando seus conhecimentos (p. 633)

1. b.
2. b.
4. $F - V - F - F - F$.
5. a.
10. d.
12. b.
13. a.
14. a.
15. e.
16. d.
17. 01, 02, 04 e 08.
18. 08, 16 e 32.
19. 02, 08 e 16.
20. b.
21. c.
22. e.
23. 02 e 16.

Capítulo 26 – Polímeros naturais

Fundamentando seus conhecimentos (p. 664)

1. As proteínas, os polissacarídeos e a borracha.
3. São substâncias que, quando submetidas a tensão, passam de arranjos desordenados a arranjos mais lineares de maneira reversível.

4. Consiste na adição de enxofre à borracha por meio de aquecimento.
5. $C_6H_{12}O_6$. Glicose, frutose, galactose.
6. Aminoácido. Anfótero.
7. H_2O .
8. Monossacarídeos: glicose, frutose, galactose ($C_6H_{12}O_6$).
Dissacarídeos: sacarose, maltose, lactose ($C_{12}H_{22}O_{11}$).
9. A: $C_{12}H_{22}O_{11}$ (celobiose), dissacarídeo; B: $C_6H_{12}O_6$ (glicose), monossacarídeo.
10. É característica de proteína. Pertence à função amida.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 664)

1. d.
3. c.
4. d.
5. c.

6. e.
7. a.
8. d.
10. d.

Desafiando seus conhecimentos (p. 667)

2. c.
5. a.
6. d.
7. 02, 04 e 08.
8. e.
13. d.
14. a.
15. a.
16. d.
17. d.
18. a.

AMERICAN chemical society (ChemCom). *Chemistry in the community*. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing Company, 1998.

AQUARONE, Eugênio; LIMA, Urgel de Almeida; BORZANI, Walter. *Alimentos e bebidas produzidos por fermentação*. São Paulo: Edgard Blücher/Edusp, 1983.

ASIMOV, Isaac. *Cronologia das ciências e das descobertas*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1993.

ATKINS, P. W. *Moléculas*. São Paulo: Edusp, 2000.

BLOOMFIELD, Molly M.; STEPHENS, Lawrence J. *Chemistry and the living organism*. New York: John Wiley and Sons Inc., 1996.

BRADY, James E.; HUMISTON, Gerard E. *Química geral*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985.

BROWN, Theodore L. et al. *Química: a ciência central*. 9. ed. São Paulo: Pearson/Prentice Hall, 2005.

CAMPOS, Marcello M.; BLÜCHER, Edgard. *Química orgânica*. São Paulo: Edusp, 1976.

CAVALIERI, Ana Lúcia Ferreira; EGYPTO, Antonio Carlos. *Drogas e prevenção: a cena e a reflexão*. São Paulo: Saraiva, 2002.

CHANG, Raymond. *Chemistry*. New York: McGraw-Hill, 2007.

COMPANION, Audrey L. *Ligação química*. São Paulo: Edgard Blücher/Edusp, 1970.

CUEILLERON, Jean. *Histoire de la Chimie*. Paris: Presses Universitaires de France, 1979.

EBBING, D. Darrel; GAMMON, Steven D. *General Chemistry*. 9th edition. New York: Houghton Mifflin, 2009.

FELLENBERG, Günter. *Introdução aos problemas de poluição ambiental*. São Paulo: Edusp, 1980.

FERGUSSON, J. E. *Inorganic Chemistry and the Earth*. Oxford: Pergamon Press, 1985.

FIESER, Louis F.; FIESER, Mary. *Química orgânica fundamental*. Barcelona: Reverté, 1984.

FREEMANTLE, Michael. *Chemistry in action*. London: Macmillan Educations, 1987.

GEBELEIN, Charles G. *Chemistry and our world*. Dubuque: Wm. C. Brown Publishers, 1997.

GENTIL, Vicente. *Corrosão*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987.

GILBERT, Thomas R. et al. *Chemistry: the science in context*. 4th edition. London/New York: WW Norton, 2008.

GLINCKA, N. *Química geral*. Moscou: Mir, 1988.

- HART, Harold; SCHUETZ, Robert D. *Química orgânica*. São Paulo: Campus, 1983.
- HARWOOD, Peter; HUGHES, Mike; NICHOLLS, Lyn. *Further Chemistry*. London: Collins Educational, 1997.
- HILL, John W. *Chemistry for changing times*. New York: Macmillan, 1992.
- _____; PETRUCCI, Ralph H. *General Chemistry: an integrated approach*. New Jersey: Prentice Hall, 1999.
- HOLMAN, John. *The material world*. Searborough: Thomas Nelson International/Thomson Publishing Company, 1996.
- HOLUM, John R. *Fundamentals of general, organic, and biological Chemistry*. New York: John Wiley and Sons, 1998.
- KEENAN, Charles W.; KLEINFELTER, Donald C.; WOOD, Jesse H. *General college Chemistry*. San Francisco: Harper & Row, 1980.
- KOROLKOVAS, Andrejus; BURCKHALTER, Joseph H. *Química farmacêutica*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.
- LEMAY JR., H. Eugene et al. *Chemistry: connections to our changing world*. New Jersey: Prentice Hall, 1996.
- MANO, Eloísa Biasotto. *Introdução a polímeros*. São Paulo: Edgard Blücher/Edusp, 1986.
- MASTERTON, William L.; HURLEY, Cecile N. *Chemistry: principles & reactions*. Philadelphia: Saunders College, 1989.
- _____; SLOWINSKI, Emil J.; STANITSKI, Conrad. *Princípios de Química*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1985.
- MCMURRY, John; CASTELLION, Mary E. *Fundamentals of general, organic, and biological Chemistry*. New Jersey: Pearson Education, 2003.
- _____; FAY, Robert C. *Chemistry*. New Jersey: Pearson Education, 2004.
- MCQUARRIE, Donald A.; ROCK, Peter A. *General Chemistry*. New York: W. H. Freeman, 1984.
- MENGER, Frederic M.; GOLDSMITH, David J.; MANDELL, Leon. *Química orgânica*. Califórnia: Fondo Educativo Interamericano, 1976.
- MOORE, W. J. *Físico-química*. São Paulo: Ao Livro Técnico/Edusp, 1968.
- PANICO, R.; POWELL, W. H.; RICHER, Jean-Claude. *A guide to IUPAC nomenclature of organic compounds*. Oxford: Blackwell Science, 1993.
- PARTINGTON, J. R. *A short history of Chemistry*. New York: Dover Publications, 1989.
- RAMANATHAN, Lalgudi V. *Corrosão e seu controle*. São Paulo: Bisordi, 1978.

REGER, Daniel L.; GOODE, Scott R.; MERCER, Edward E. *Chemistry: principles & practice*. Philadelphia: Saunders College, 1993.

RICHEY JR., Herman G. *Química orgânica*. Rio de Janeiro: Prentice Hall do Brasil, 1983.

SCHWARTZ, A. Truman et al. *Chemistry in context*. New York: American Chemical Society, 1997.

SHREVE, R. Norris; BRINK JR., Joseph A. *Indústrias de processos químicos*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1977.

SKOOG, Douglas A.; WEST, Donald M.; HOLLAR, James F. *Fundamentals of analytical Chemistry*. Philadelphia: Saunders College, 1992.

SNYDER, Carl H. *The extraordinary Chemistry of ordinary things*. New York: John Wiley and Sons, 1998.

SOLOMONS, T. W. Graham. *Organic Chemistry*. New York: John Wiley and Sons, 1996.

TIMBERLAKE, Karen C. *General, organic, and biological Chemistry: structures of life*. 12th edition. San Francisco: Pearson Education, 2015.

TRO, Nivaldo J. *Introductory Chemistry*. 3rd edition. New York: Prentice Hall, 2009.

UCKO, David A. *Química para as ciências de saúde*. São Paulo: Manole, 1992.

USBERCO, João; SALVADOR, Edgard; BENABOU, Joseph Elias. *A composição dos alimentos*. São Paulo: Saraiva, 2004.

_____. *Química e aparência*. São Paulo: Saraiva, 2004.

WEAST, Robert C. (Org.). *Handbook of Chemistry and Physics*. Florida: CRC Press, 1988.

WILLIAMS, Arthur L.; EMBREE, Harland D.; DEBEY, Harold J. *Introduction to Chemistry*. California: Addison-Wesley, 1981.

WINGROVE, Alan S.; CARET, Robert L. *Organic Chemistry*. New York: Harper & Row, 1981.

ZUMDAHL, S. S.; ZUMDAHL, S. A. *Chemistry*. 9th edition. Belmont: Brooks/Cole, 2014.

The background features abstract geometric shapes. On the left, there are overlapping orange and light blue shapes that resemble stylized arrows or chevrons pointing towards the right. A dark blue horizontal band spans the width of the page, containing the title text. The bottom right corner of the page is a white shape with rounded corners, overlapping the light blue background.

Manual do Professor

Sumário

APRESENTAÇÃO

A Química no Ensino Médio	3
As habilidades e competências no ensino de Química	6
Representação e comunicação	7
Investigação e compreensão	7
Contextualização sociocultural	7
Matriz curricular de Química para o Enem	7
Estrutura da obra	9
A unidade	9
Cada capítulo	9
Exercícios resolvidos	9
Fundamentando seus conhecimentos	9
Desenvolvendo seus conhecimentos	9
Desafiando seus conhecimentos	9
Conexão	9
Atividade prática	10
Leia, analise e responda	10
Complemento	10
Saiba mais	10
Explore seu mundo	11
?	11
Sugestões de atividades pedagógicas	11
Seminários	11
Aprendendo por si	12
Preparação de questionários	12
Preparação de procedimentos de atividades práticas	12
Elaboração de resumos	12
Pesquisa	13
Debate	13
Integração na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias	14
Atividades práticas	15
Tecnologias da informação	16
Avaliação	17
Bibliografia	18
Orientações por unidade	19

Apresentação

O livro didático é um dos materiais mais relevantes para o processo educacional. No entanto, a prática docente não deve se encerrar nele. É por isso que este Manual não tem a finalidade de impor regras sobre como deve se dar o processo de ensino-aprendizagem. Este material pretende, sim, oferecer sugestões e alguns subsídios para o trabalho do professor. Ele deve ser utilizado, parcial ou integralmente, quando o professor julgar apropriado.

Tendo em mente que a coleção didática não encerra as opções de trabalho do docente, neste Manual são abordados aspectos relevantes do processo de ensino-aprendizagem e possibilidades de como contemplá-lo de maneira articulada com a coleção. Para atingir esse objetivo e ajudar na sistematização do trabalho, o conteúdo deste material está dividido em duas partes. Na parte geral, comum aos três volumes da coleção, estão os conceitos pedagógicos, teórico-metodológicos. Na parte específica de cada volume, estão os objetivos de cada unidade e de cada capítulo, bem como sugestões de abordagem e de encaminhamento das atividades práticas ou teóricas. O professor também encontrará, na parte específica, material complementar e de aprofundamento, para ser utilizado conforme achar adequado. Este Manual oferece, portanto, possíveis abordagens articuladas, além de textos e atividades complementares ao livro, de modo que o professor, por meio de sua prática pedagógica, permita que o educando não somente desenvolva interesse pela Química, mas que também utilize o conhecimento adquirido e as competências e habilidades desenvolvidas no exercício da cidadania, na compreensão de fatos do dia a dia e em futuras atividades profissionais.

A Química no Ensino Médio

Por que se ensina Química? Por que é preciso aprender Química? Essas indagações provavelmente já foram ouvidas por professores de Ensino Médio dispostos a ensinar essa disciplina, que causa calafrios em alguns estudantes. Exigente, difícil, muito

abstrata são adjetivos frequentemente usados por muitos alunos para descrever a Química. Como responder a tudo isso? Por vezes até mesmo nós, professores, ficamos em dúvida sobre as respostas. Afinal, por que seria importante um futuro advogado conhecer a reação de hidrogenação de triglicerídeos?

Evidentemente, muitos pedagogos e teóricos da Educação também se debruçaram sobre essa questão. O que deve ser ensinado? Pode-se dizer que essa pergunta tão simples norteia a formação de um currículo escolar e, mais que isso, investiga o cerne da prática pedagógica. Eleger os objetos didáticos é quase tão importante quanto as estratégias pedagógicas. Todavia, apesar de essas questões serem fundamentais, elas ainda não atingem o âmago do problema. O nosso interesse primário deve ser o objetivo do próprio processo de ensino. Por que um cidadão deve ser escolarizado? O que se deseja alcançar com a escolarização? Para restringir essa discussão tão ampla, trataremos especificamente do Ensino Médio, fechando o foco para o ensino de Química, apesar de podermos considerar que a constituição das habilidades cognitivas para o entendimento do raciocínio químico se inicie no Ensino Fundamental.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei n. 9.394/96) fornece um norte para responder essas indagações na medida em que situa o Ensino Médio como etapa final da Educação Básica, definindo-o como a conclusão de um período de escolarização de caráter geral, que tem por finalidade

o aprimoramento do educando como ser humano, sua formação ética, desenvolvimento de sua autonomia intelectual e de seu pensamento crítico, sua preparação para o mundo do trabalho e o desenvolvimento de competências para continuar seu aprendizado.

BRASIL, Ministério da Educação. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*, Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

Desse artigo da LDB podemos extrair os objetivos que justificam o ensino da Química. Primeiro, formação ética do aluno. Entretanto, como uma disciplina que parece tão atrelada a números, ao raciocínio exato, a relações diretas de causa e consequência

pode contribuir na construção de senso ético em um jovem? Se considerarmos apenas o simples conteúdo. Reações químicas não são éticas, elas simplesmente ocorrem ou não. A dimensão ética surge na manipulação desse fenômeno, em seu uso, em sua finalidade. Uma reação de fissão do núcleo do urânio nada fala sobre ética, mas o uso desse processo na construção de bombas atômicas levanta questões difíceis e complexas. Podemos escapar de discutir essa dimensão quando explicamos o funcionamento de uma bomba que já devastou duas cidades? A ética não provém de fórmulas, ela nos faz pensar sobre a atuação humana e sobre nossa própria ação perante o outro, e o professor de Química pode encontrar excelentes oportunidades de reflexão durante suas aulas.

Muitos temas concernentes ao universo químico, como explosivos, armas químicas, defensivos agrícolas, plásticos, poluição, radioatividade e tantos outros, podem ser tratados em sala de aula pelo viés da ética. Apresentar o assunto é apenas o começo do processo que pode desencadear a discussão sobre o uso e os impactos do fazer químico. A utilização de defensivos agrícolas se justifica apenas porque consegue manter nossa produção agrícola em níveis compatíveis com nosso consumo? Diminuir o conforto do consumidor, limitando o uso de plásticos, é a solução para evitar essa produção gigantesca e quase descontrolada de lixo? Quais os limites éticos, sociais e morais quando pensamos em aplicações tecnológicas? Nosso aluno certamente será convocado, como cidadão, a opinar, discutir, escolher e tomar decisões sobre esses e outros problemas, e o professor de Química pode contribuir significativamente na formação do arcabouço ético em sala de aula.

Um outro escopo para o ensino de Química é permitir que os alunos progridam em seu trabalho e em estudos posteriores, e essa é a parte mais simples de tratar. Médicos, engenheiros, dentistas, farmacêuticos, entre outros, precisam ter domínio dessa ciência. Não em sua totalidade, mas a atuação profissional depende do uso da Química como ferramenta. Inconcebível pensar em um profissional da área médica que não tenha conhecimentos de cinética e de química orgânica para entender como atua um fármaco no corpo humano. Muitas áreas da engenharia usam o conhecimento químico rotineiramente. É importante o professor mostrar que a Química é a base de sustentação de muitos ofícios. Ao longo das aulas, surgem várias possibilidades de apresentar para os alunos as interconexões entre essa ciência e as diversas profissões.

Autonomia intelectual e pensamento crítico, porém, são objetivos desenhados pela LDB que dizem respeito a todos, e não apenas aos médicos ou engenheiros. Dominar minimamente o raciocínio exigido pela Química é porta de entrada para a construção da cidadania. Nesse campo, a justificativa fica muito mais sutil e complexa.

Em que medida a Química ajuda um cidadão que, em tese, não necessita dessa disciplina para sua atuação profissional? Para entender a profundidade dessa questão, vamos resgatar uma discussão que surgiu no Brasil na década de 1980. A realidade social brasileira, durante séculos, considerou como analfabeto aquele que não sabia ler ou escrever. A palavra alfabetizado, entretanto, identificava e ainda identifica o sujeito que possui essas habilidades. No entanto, muitos sujeitos considerados formalmente alfabetizados mostram-se incapazes de interpretar o que leem. Não conseguem perceber a intenção do texto e de seu autor, fazer inferências, extrair implicações e consequências de afirmações contidas no texto. Desse modo, ficam limitados em sua capacidade de agir ou reagir às informações, aos argumentos e aos pontos de vista contidos nos textos que leem.

Além disso, muitos sujeitos declarados alfabetizados não são capazes de produzir textos narrativos, descritivos ou argumentativos. Considerando que o exercício da cidadania plena em uma sociedade tão dependente da leitura e da escrita exige muito mais do que identificar palavras, ou entender textos curtos, surgiu um novo conceito, o **letramento**, traduzido do termo inglês *literacy*. Esse é um passo além da alfabetização, do qual não se espera apenas domínio do vocabulário e da gramática presentes em um texto, mas das ideias contidas nele.

Um indivíduo letrado é capaz de trabalhar com níveis mais sofisticados de leitura encontrando o argumento do autor, localizando incoerências, buscando informações, identificando gêneros, além de ser capaz de produzir textos adequados ao público a quem se destina transmitindo com clareza e coerência suas ideias. Assim, um sujeito alfabetizado não significa obrigatoriamente que seja letrado.

PAULA, H. F.; LIMA, M. E. C. C. Educação em ciências, letramento e cidadania. *Química Nova na Escola*, n. 26, p. 3-9, 2007.

Esse termo rapidamente foi apropriado pelos teóricos que tratam do ensino de Ciências, e hoje se fala em letramento científico. Evidentemente, se consideram níveis de letramento distintos para cada grupo de pessoas. O nível de entendimento de um pesquisador é muito diferente do esperado para um leigo.

Então, podemos enxergar um propósito social e geral do letramento científico, no qual a pessoa adquire a capacidade mínima funcional para agir como consumidor e cidadão, tendo consciência e compreensão do impacto da ciência e da tecnologia sobre a sociedade, como uma forma particular de examinar o mundo natural. O letramento científico envolve, entre outros aspectos, a compreensão dos relatórios e discussões da ciência que aparecem na mídia; a aprendizagem de ciências por seus apelos estéticos; a preparação de cidadãos aptos a usar produtos tecnológicos e discutir seus limites.

Nesse contexto, o letramento dos cidadãos vai desde o letramento no sentido do entendimento dos princípios básicos de fenômenos do cotidiano até a capacidade de tomada de decisão em questões relativas à ciência e tecnologia em que estejam diretamente envolvidos, sejam decisões pessoais ou de interesse público. Esse letramento envolve, assim, a preparação do cidadão para ser capaz de fazer julgamentos críticos e políticos.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Letramento em química, educação planetária e inclusão social. *Química Nova*, São Paulo, v. 29, n. 3, maio/jun. 2006. Disponível em: <www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422006000300034>. Acesso em: 28 jun. 2018.

Portanto, também podemos falar de sujeitos que são apenas alfabetizados cientificamente no sentido de que conhecem algumas ideias e fatos atribuídos à Química, sem necessariamente refletir em sua prática social e cotidiana.

Saber balancear uma reação química, por exemplo, pode ser suficiente para um estudante “passar de ano”. No entanto, não significa que ele se apropriou de aspectos da cultura científica para ampliar sua capacidade de interpretar fenômenos naturais e sociais ou o repertório de estratégias e procedimentos para resolução de problemas cotidianos.

PAULA, H. F.; LIMA, M. E. C. C. Educação em ciências, letramento e cidadania. *Química Nova na Escola*, n. 26, p. 3-9, 2007.

O aprendizado de Química no Ensino Médio “[...] deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas”. Dessa forma, os estudantes podem “[...] julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos”.

BRASIL, Ministério da Educação. PCN+ — Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. *Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília, 2002. p. 84.

Exames de avaliação de competência estudantil, como o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa) e o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), são construídos sobre esse conceito de letramento científico. As questões são elaboradas de modo a medir muito mais o domínio que o aluno tem do conhecimento, e se foi capaz de apropriar-se dele, do que o volume de conhecimento adquirido. Muito mais importante do que saber balancear uma equação é o quanto o aluno entende do que ela representa, mostrando-se capaz de retirar mais informações do que aquelas óbvias. Contudo,

as avaliações realizadas – como, por exemplo, o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), mostram que os alunos não têm conseguido produzir respostas coerentes a partir de um conjunto de dados que exigem interpretação, leitura de tabelas, quadros e gráficos, e não conseguem fazer comparações ou fundamentar seus julgamentos.

BRASIL, Ministério da Educação. *Ocem — Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília, 2006. p. 104.

Ainda, nossa prática docente está mais preocupada com processos de transmissão e retenção do conhecimento científico-tecnológico do que com sua manipulação.

Importante notar que a formação do senso ético de um jovem exige o seu letramento, pois como pode uma pessoa opinar, escolher, julgar e decidir se o assunto em questão é pouco compreendido, ou mal interpretado? Ética e letramento científico se encontram de tal modo indissociados que se torna impossível esperar um comportamento eticamente sensato quando a pessoa está mergulhada na ignorância.

O objetivo do professor de Química, portanto, é fazer o aluno atingir esse patamar superior de letramento científico. A aula deve ser capaz de mostrar o outro mundo por trás de uma equação química, um gráfico ou uma teoria. Não apenas enumerar fenômenos, mas dar sentido a eles, conectando-os à vida do aluno e fazendo com que a aprendizagem de Química seja impactante em seu modo de ler o mundo. Apresentar a ciência como um produto humano, com suas limitações e sucessos, como um processo construído cotidianamente, dentro de uma sistemática e metodologia próprias, sujeitas a falhas, desacertos e desencontros. Desmontar preconceitos mostrando que a ciência em geral e a Química em particular não são boas nem más: deve-se, sim, julgar o uso que se faz delas.

Tudo isso contribui para que nossos alunos tenham um painel mais fidedigno da atividade científica e possam construir seus próprios argumentos quando forem chamados a tomar decisões ou a emitir opiniões dentro da esfera de sua atuação social. De acordo com esse ensino mais significativo, fica fácil para um futuro advogado perceber que o objetivo da Química não é tão mesquinho quanto ensinar a reação de hidrogenação de triglicerídeos. O jovem entende com maior nitidez como opera nossa sociedade e descobre que a Química facilita sua tomada de decisões pessoais, permitindo uma atuação como cidadão que se paute pela busca de uma sociedade mais ética e justa.

Busca-se uma escola que não se limite ao interesse imediato, pragmático e utilitário. Uma formação com base unitária, no sentido de um método de pensar e de compreender as determinações da vida social e produtiva – que articule trabalho, ciência e cultura na perspectiva da emancipação humana.

BRASIL, Ministério da Educação. *Reestruturação e expansão do Ensino Médio no Brasil*. Brasília, 2008. p. 8.

As habilidades e competências no ensino de Química

Alcançar esse estágio de letramento científico deve ser uma das metas do profissional da Educação. No entanto, parece difícil pôr essa metodologia em prática. De fato, por ser um estágio tão exigente de percepção, alcançá-lo necessita de um esforço maior do que simplesmente explicar como se faz um balanceamento, ainda que essas operações mais básicas dentro da Química pavimentem nosso trabalho posterior.

Na verdade, podemos enxergar que um indivíduo letrado cientificamente adquire, ao longo de sua vida escolar, uma série de habilidades e competências cognitivas que o torna apto a fazer essa leitura mais sutil da nossa sociedade usando os óculos da ciência. Atingir o letramento demanda a convergência de muitas operações de pensamento, adquiridas durante o processo ensino-aprendizagem, como observação, interpretação, comparação, resumo, inferência, extrapolação, estimativa, organização de dados e tantas outras.

Evidentemente, o caminho cognitivo necessário para atingir esse grau de excelência foi objeto de estudo de muitos pesquisadores, e podemos destacar o trabalho de Piaget nesse sentido. Debruçando-se na maneira como as crianças interagem com o mundo e o interpretam, Piaget elaborou uma

teoria que lança luz sobre a gênese do conhecimento humano.

As competências gerais que são avaliadas no Enem estão estruturadas com base nas competências descritas nas operações formais da teoria de Piaget, tais como: a capacidade de considerar todas as possibilidades para resolver um problema; a capacidade de formular hipóteses; de combinar todas as possibilidades e separar variáveis para testar influência de diferentes fatores; o uso do raciocínio hipotético-dedutivo, da interpretação, análise, comparação e argumentação, e a generalização dessas operações a diversos conteúdos.

BRASIL, Ministério da Educação. *Relatório pedagógico — Enem*. Brasília, 2002. p. 16.

Não há receita nem definição única ou universal para as competências, que são qualificações humanas amplas, múltiplas e que não se excluem entre si; ou para a relação e a distinção entre competências e habilidades. Por exemplo, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) explicitam três conjuntos de competências: comunicar e representar; investigar e compreender; contextualizar social ou historicamente os conhecimentos. Por sua vez, de forma semelhante, mas não idêntica, o Enem aponta cinco competências gerais: dominar diferentes linguagens, desde idiomas até representações matemáticas e artísticas; compreender processos, sejam eles sociais, naturais, culturais ou tecnológicos; diagnosticar e enfrentar problemas reais; construir argumentações; e elaborar proposições solidárias. Tanto nos PCNEM como no Enem relacionam-se as competências a um número bem maior de habilidades.

Pode-se, de forma geral, conceber cada competência como um feixe ou uma articulação coerente de habilidades. Tomando-as nessa perspectiva, observa-se que a relação entre umas e outras não é de hierarquia. Também não se trata de gradação, o que implicaria considerar habilidade como uma competência menor. Trata-se mais exatamente de abrangência, o que significa ver habilidade como uma competência específica. Como metáfora, poder-se-ia comparar competências e habilidades com as mãos e os dedos: as primeiras só fazem sentido quando associadas às últimas.

BRASIL, Ministério da Educação. PCN+ — *Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília, 2002. p. 15.

Assim, considerando os PCNEM da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, temos as três habilidades mencionadas que se abrem para as seguintes competências na disciplina Química.

Representação e comunicação

- Descrever as transformações químicas em linguagens discursivas.
- Compreender os códigos e símbolos próprios da Química atual.
- Traduzir a linguagem discursiva em linguagem simbólica da Química e vice-versa. Utilizar a representação simbólica das transformações químicas e reconhecer suas modificações ao longo do tempo.
- Traduzir a linguagem discursiva em outras linguagens usadas em Química: gráficos, tabelas e relações matemáticas.
- Identificar fontes de informação e formas de obter informações relevantes para o conhecimento da Química (livro, computador, jornais, manuais, etc.).

Investigação e compreensão

- Compreender e utilizar conceitos químicos dentro de uma visão macroscópica (lógico-empírica).
- Compreender os fatos químicos dentro de uma visão macroscópica (lógico-formal).
- Compreender dados quantitativos, estimativa e medidas, compreender relações proporcionais presentes na Química (raciocínio proporcional).
- Reconhecer tendências e relações a partir de dados experimentais ou outros (classificação, seriação e correspondência em Química).
- Selecionar e utilizar ideias e procedimentos científicos (leis, teorias, modelos) para a resolução de problemas qualitativos e quantitativos em Química, identificando e acompanhando as variáveis relevantes.
- Reconhecer ou propor a investigação de um problema relacionado à Química, selecionando procedimentos experimentais pertinentes.
- Desenvolver conexões hipotético-lógicas que possibilitem previsões acerca das transformações químicas.

Contextualização sociocultural

- Reconhecer aspectos químicos relevantes na interação individual e coletiva do ser humano com o ambiente.
- Reconhecer o papel da Química no sistema produtivo, industrial e rural.

- Reconhecer as relações entre o desenvolvimento científico e tecnológico da Química e aspectos sociais, políticos e culturais.
- Reconhecer os limites éticos e morais que podem estar envolvidos no desenvolvimento da Química e da tecnologia.

O documento PCN+ da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias esmiúça essas competências elencadas anteriormente.

Matriz curricular de Química para o Enem

Desde sua implantação, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) não trazem um currículo escolar em si. Como seu próprio nome enfatiza, esses documentos estabelecem as linhas mestras para que cada instituição escolar monte seu próprio currículo.

Ao se tratar da organização curricular tem-se a consciência de que a essência da organização escolar é, pois, contemplada. Por outro lado, um conjunto de questões emerge, uma vez que o currículo traz na sua construção o tratamento das dimensões histórico-social e epistemológica. A primeira afirma o valor histórico e social do conhecimento; a segunda impõe a necessidade de reconstruir os procedimentos envolvidos na produção dos conhecimentos.

Além disso, a política curricular deve ser entendida como expressão de uma política cultural, na medida em que seleciona conteúdos e práticas de uma dada cultura para serem trabalhados no interior da instituição escolar.

BRASIL, Ministério da Educação. PCN+ — Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 2002. p. 7-8.

Não faz sentido falar em quantidade mínima ou máxima de conteúdo de Química a ser ensinado. Cada escola, cada classe, conforme suas peculiaridades, escolherá o caminho. No entanto, em 2008, o Instituto de Estudos Pedagógicos Anísio Teixeira (Inep), instituição governamental responsável pelo Enem, lançou matrizes curriculares com o objetivo de nortear estudantes, professores e gestores educacionais e prepará-los mais adequadamente para esse exame, considerando que o Enem passou a ser o único instrumento de avaliação para os processos de admissão em muitas universidades

públicas. A matriz curricular de Química está transcrita a seguir.

Transformações químicas

Evidências de transformações químicas. Interpretando transformações químicas. Sistemas gasosos: lei dos gases. Equação geral dos gases ideais, Princípio de Avogadro, conceito de molécula, massa molar, volume molar dos gases. Teoria cinética dos gases. Misturas gasosas. Modelo corpuscular da matéria. Modelo atômico de Dalton. Natureza elétrica da matéria: Modelo atômico de Thomson, Rutherford, Rutherford-Böhr. Átomos e sua estrutura. Número atômico, número de massa, isótopos, massa atômica. Elementos químicos e tabela periódica. Reações químicas.

Representação das transformações químicas

Fórmulas químicas. Balanceamento de equações químicas. Aspectos quantitativos das transformações químicas. Leis ponderais das reações químicas. Determinação de fórmulas químicas. Grandezas químicas: massa, volume, mol, massa molar, constante de Avogadro. Cálculos estequiométricos.

Materiais, suas propriedades e usos

Propriedades de materiais. Estados físicos de materiais. Mudanças de estado. Misturas: tipos e métodos de separação. Substâncias químicas: classificação e características gerais. Metais e ligas metálicas. Ferro, cobre e alumínio. Ligações metálicas. Substâncias iônicas: características e propriedades. Substâncias iônicas do grupo: cloreto, carbonato, nitrato e sulfato. Ligação iônica. Substâncias moleculares: características e propriedades. Substâncias moleculares: H_2 , O_2 , N_2 , Cl_2 , NH_3 , H_2O , HCl , CH_4 . Ligação covalente. Polaridade de moléculas. Forças intermoleculares. Relação entre estruturas, propriedade e aplicação das substâncias.

Água

Ocorrência e importância na vida animal e vegetal. Ligação, estrutura e propriedades. Sistemas em solução aquosa: soluções verdadeiras, soluções coloidais e suspensões. Solubilidade. Concentração das soluções. Aspectos qualitativos das propriedades coligativas das soluções. Ácidos, bases, sais e óxidos: definição, classificação, propriedades, formulação e nomenclatura. Conceitos de ácidos

e bases. Principais propriedades dos ácidos e bases: indicadores, condutibilidade elétrica, reação com metais, reação de neutralização.

Transformações químicas e energia

Transformações químicas e energia calorífica. Calor de reação. Entalpia. Equações termoquímicas. Lei de Hess. Transformações químicas e energia elétrica. Reação de oxirredução. Potenciais-padrão de redução. Pilha. Eletrólise. Leis de Faraday. Transformações nucleares. Conceitos fundamentais da radioatividade. Reações de fissão e fusão nuclear. Desintegração radioativa e radioisótopos.

Dinâmica das transformações químicas

Transformações químicas e velocidade. Velocidade de reação. Energia de ativação. Fatores que alteram a velocidade de reação: concentração, pressão, temperatura e catalisador.

Transformação química e equilíbrio

Caracterização do sistema em equilíbrio. Constante de equilíbrio. Produto iônico da água, equilíbrio ácido-base e pH. Solubilidade dos sais e hidrólise. Fatores que alteram o sistema em equilíbrio. Aplicação da velocidade e do equilíbrio químico no cotidiano.

Compostos de Carbono

Características gerais dos compostos orgânicos. Principais funções orgânicas. Estrutura e propriedades de hidrocarbonetos. Estrutura e propriedades de compostos orgânicos oxigenados. Fermentação. Estrutura e propriedades de compostos orgânicos nitrogenados. Macromoléculas naturais e sintéticas. Noções básicas sobre polímeros. Amido, glicogênio e celulose. Borracha natural e sintética. Polietileno, poliestireno, PVC, Teflon, náilon. Óleos e gorduras, sabões e detergentes sintéticos. Proteínas e enzimas.

Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente

Química no cotidiano. Química na agricultura e na saúde. Química nos alimentos. Química e ambiente. Aspectos científico-tecnológicos, socioeconômicos e ambientais associados à obtenção

ou produção de substâncias químicas. Indústria química: obtenção e utilização do cloro, hidróxido de sódio, ácido sulfúrico, amônia e ácido nítrico. Mineração e metalurgia. Poluição e tratamento de água. Poluição atmosférica. Contaminação e proteção do ambiente.

Energias químicas no cotidiano

Petróleo, gás natural e carvão. Madeira e hulha. Biomassa. Biocombustíveis. Impactos ambientais de combustíveis fósseis. Energia nuclear. Lixo atômico. Vantagens e desvantagens do uso de energia nuclear.

BRASIL, Ministério da Educação. *Matriz de referência para o Enem*. Brasília, 2009.

Nesta coleção, pretende-se que esses assuntos listados sejam tratados com a profundidade necessária para que o aluno desenvolva as habilidades e as competências especificadas na matriz de referência do Enem.

Estrutura da obra

A unidade

Os três volumes desta coleção estão divididos em unidades, que formam blocos didáticos agregando assuntos que guardam forte conexão entre si. O objetivo da unidade é alinhar conceitos que, apesar de estarem ancorados em tópicos anteriores, se amarram mutuamente, formando um corpo conceitual maior.

Cada capítulo

Os capítulos agrupados dentro de determinada unidade detalham os conceitos, enlaçando-os com aqueles previamente discutidos e preparando o fundamento para aportar conceitos futuros. A teoria é apresentada logo no início com ilustrações, diagramas e esquemas cuidadosamente escolhidos, de modo a ilustrar com clareza aquilo que é apresentado. A obra procura trazer cada assunto dentro de uma sequência didática, que permite simplificar sua apresentação e possibilitar uma construção de conceitos que saia do simples e atinja o complexo, sempre colocando exemplos ilustrativos. Ao longo do texto, há pequenos comentários e observações para esclarecer ou contextualizar melhor a discussão. São apresentados vários boxes que ilustram aplicações sociotecnológicas, descrevem substâncias relevantes do ponto de vista industrial ou do cotidiano, ou apresentam eventos históricos proeminentes, atrelados aos fenômenos

discutidos. Esses são ricas fontes de exemplos que podem servir de temas iniciais para o assunto que será tratado pelo professor.

A seguir são apresentadas as seções que compõem os capítulos.

Exercícios resolvidos

Nestes exercícios, aplicamos os conceitos teóricos em situações criativas e envolventes. Eles servem também para a ampliação dos conhecimentos.

Com vistas a permitir ao professor a opção de abordar ou não esses exercícios, sua resolução é feita detalhadamente e indica, de maneira clara, os conceitos e as unidades de grandeza envolvidos e os cálculos efetuados, para que o aluno compreenda cada passagem.

Em vários exercícios desta seção apresentamos mais de um modo de solução, a fim de evitar a mecanização pura e simples na resolução.

Fundamentando seus conhecimentos

Com o auxílio de fotografias, ilustrações e textos interessantes, são cobrados dos alunos os conteúdos teóricos fundamentais. Essa série de exercícios fornece ao educando um embasamento para enfrentar situações teóricas mais aprofundadas.

Desenvolvendo seus conhecimentos

Este conjunto de exercícios tem a finalidade de desenvolver os conhecimentos adquiridos pelos alunos na sequência teórica, a partir de questões selecionadas com grau de dificuldade intermediário.

Desafiando seus conhecimentos

A princípio, recomendamos que esta série de atividades seja resolvida pelos alunos, visando à obtenção de um aprofundamento teórico. No entanto, alguns desses exercícios podem ser utilizados pelo professor, em classe, para uma discussão mais detalhada ou para a introdução de conceitos paralelos.

Conexão

Somente podemos afirmar que um aluno entende de Química quando é capaz de refletir sobre o conhecimento, fazer relações relevantes, aprofundar sua leitura dos fatos cotidianos considerando as múltiplas abordagens trazidas pela ciência. Para o adolescente, essa aprendizagem significativa é fundamentada essencialmente na relação dialética que se constitui entre o conhecimento e o mundo, entre o saber escolar e seu dia a dia.

Para estabelecer mais claramente esse elo entre a sala de aula e o “mundo lá fora”, o tópico Conexão relaciona aplicações expressivas dos fatos químicos com diversos eixos temáticos, como trabalho, saúde, meio ambiente, cotidiano, cidadania, etc. Essa parte não deve ser vista como “perfumaria”, bastando apenas um breve comentário do professor. Na verdade, esse conteúdo é fonte fundamental de exemplos e deve ser incorporado à estrutura da aula. Fazendo isso, além de contextualizar o que é dito, o docente traz o aluno para junto de si, na medida em que o aproxima do saber e fazer químicos. Explorar esses pequenos textos faz o professor de Química mirar o universo do adolescente mostrando que essa ciência é poderosa para desvendar a realidade.

Atividade prática

Como qualquer ciência natural, a Química é eminentemente experimental, e sua estrutura teórica é construída com base em dados obtidos a partir de ensaios e testes. Então, a apresentação dos fenômenos e sua discussão a partir de atividades práticas é uma porta de entrada para o raciocínio envolvido nessa construção. Observar ou mesmo verificar fenômenos e usar modelos oriundos da Química para explicá-los são exercícios importantes que não devem ser subestimados pelo docente. Falar de indicadores é muito pouco comparado com o impacto cognitivo que causa quando mostramos um indicador e sua mudança de cor em diferentes meios. Assim, esse tipo de trabalho tem uma dimensão de aprendizagem que nunca é plenamente coberta apenas com aulas expositivas, nas quais os fenômenos são meramente descritos em um texto ou na fala do professor.

Para estimular sua aplicação, nessa seção são apresentados procedimentos relativamente simples, ou que necessitam de poucos recursos, pois a falta de reagentes ou equipamentos sofisticados não deve prejudicar o curso de Química. Buscou-se sempre propostas que possam ser realizadas com materiais de fácil acesso e que ofereçam baixos riscos. Quando pertinente, há indicações muito claras de cuidados que devem ser tomados naqueles experimentos que exijam reagentes perigosos em técnicas mais complexas.

Em escolas que não dispõem de espaços físicos específicos para a realização dessas práticas, o docente pode adaptá-las como atividades demonstrativas. Quando o professor julgar conveniente e não

houver riscos, pode pedir ao aluno que as realize em casa, trazendo os resultados para serem discutidos em grupo, na sala de aula.

Leia, analise e responda

A autonomia intelectual deve ser um dos objetivos últimos da prática docente, já que aprender a aprender é uma das qualidades mais almejadas na sociedade. Entretanto, esse estágio é fruto de um trabalho metódico e minucioso e deve fazer parte da rotina da sala de aula. Assim, a intenção dessa seção é munir o professor de textos que permitam criar essas oportunidades. São textos curtos, que também enfatizam o caráter interdisciplinar do conhecimento, na medida em que muitos deles tratam de temas limítrofes, tocando distintas áreas do conhecimento, como Química e Biologia, ou Química e Física, estabelecendo diálogos entre diferentes disciplinas. Após cada texto, há questões de verificação que permitem ao aluno desenvolver habilidades como localizar informações, fazer comparações, estabelecer relações, construir argumentações, entre outras, e também refletir sobre aquilo que foi lido, aprofundando sua compreensão e ampliando seu repertório.

Como sugestão de aplicação, o professor, sem nenhuma explicação prévia, pode pedir que cada aluno leia o texto e responda às questões em seguida. Como o foco é treinar a independência discente, o professor deve ocupar um papel secundário, pois as respostas devem ser buscadas apenas pelos alunos, com a mínima intervenção do profissional. Em textos mais exigentes, pode-se desenvolver esse trabalho em grupos.

Complemento

Com o intuito de ampliar os assuntos tratados em algumas unidades, a seção apresenta conceitos complementares aos trabalhados ao longo dos capítulos anteriores, trazendo teorias e exercícios que possibilitarão aos estudantes aprofundar seus conhecimentos em Química.

Saiba mais

Para incentivar a curiosidade dos estudantes, os boxes Saiba mais apresentam sugestões de sites, livros, artigos, filmes, etc., que poderão auxiliar na compreensão de diversos conteúdos estudados ao longo desta coleção.

Explore seu mundo

Os estudantes são também convidados a vivências práticas individuais nos boxes Explore seu mundo. Trata-se de um conjunto de atividades de investigação de realização muito simples, em que o estudante encontra o objeto de estudo em circunstâncias cotidianas, em geral fora do ambiente escolar, e cujas respostas são imediatas. O objetivo dessas atividades é fazer com que o estudante reconheça as estruturas e os processos da Química em contextos não escolares.



Questões pouco convencionais que levam os estudantes a pensar sobre os temas em estudo de uma maneira diferente, colaborando tanto para a compreensão dos conceitos quanto para observação do mundo e dos fenômenos sob outras perspectivas.

Sugestões de atividades pedagógicas

Alcançar o letramento científico e desenvolver o senso ético é o alvo final do processo educacional trilhado pela disciplina de Química. Impõem-se, portanto, algumas questões: Como a aula criará as condições pedagógicas adequadas? Quais atividades podem ser propostas para desenvolver as habilidades e competências cognitivas dos jovens? Nesse ponto, vale a pena reforçar que apenas aulas expositivas não são suficientes. A mera apresentação de um tema, com o professor falando diante dos alunos, por mais interessante ou pertinente que seja, não permite criar um ambiente que desenvolva as diversas competências. O aluno precisa ser chamado a participar do processo didático e ele, auxiliado pelo professor, é quem deve ser o principal ator das situações de aprendizado. O professor, cada vez mais, deve ocupar o papel de mediador, e não mais de mero transmissor de informações. Mediador entre o aluno e a Química, entre o aluno e o seu próprio processo de ensino-aprendizagem. Torna-se indispensável desenvolver uma atitude mais ativa do aluno, para que ele chegue a uma autonomia intelectual que permita sua completa inserção em uma sociedade carente de autonomia.

Assim, é dada a seguir uma série de sugestões de atividades que podem ser aplicadas em qualquer um dos capítulos do livro, a critério do professor.

Importante ressaltar que elas foram pensadas de modo a exigir a participação do aluno; portanto, o professor não deve encaminhar o raciocínio do educando na primeira dificuldade. Esse protagonismo do estudante só se concretiza quando o jovem busca por si a resposta, sem a necessidade de intermediação constante. Haverá muitos desacertos, muitas incorreções, mas que se constituem no fundamento da construção de uma atitude autônoma. Evidentemente, essas ideias absolutamente não esgotam as possibilidades de atividades em sala. Elas são apenas o início da conversa.

Seminários

Provavelmente essa prática é uma das melhores oportunidades para o aluno desenvolver sua comunicação oral. O seminário tanto pode ser individual como em grupo, ter 10 minutos ou durar toda a aula, então é importante o professor explicitar como deseja que o seminário seja encaminhado. Fazer uma orientação por escrito para o aluno ajuda-o na montagem de uma atividade que não pode ser considerada trivial, no sentido de que muitas vezes ele não conhece com clareza as características de um seminário. Veja algumas sugestões.

- Os jovens podem fazer um ou dois cartazes com tópicos sucintos que trazem a essência do tema. Se necessário, colocar alguma figura com legenda que seja fundamental para o entendimento dos colegas. Pode ser usada a lousa para fazer o resumo, mas cuide para que isso não diminua o tempo de apresentação.
- O seminário pode ocupar apenas uma parte da aula. O professor poderá usar o restante do tempo para elaborar perguntas para o grupo, de modo a verificar se o assunto foi adequadamente abordado, ou para esclarecer as possíveis dúvidas.
- O conteúdo dado no seminário pode ser exigido em avaliações; assim se consegue uma participação mais ativa dos alunos, evitando que a atenção da classe se perca com facilidade.
- O tema do seminário pode ser a complementação de um capítulo do livro. Por exemplo, após a classe estudar decaimento radioativo e fissão nuclear, o professor pode propor um seminário sobre bomba atômica, usina nuclear ou acidentes nucleares. Os textos das seções Conexão e Leia, analise e responda presentes nesta coleção constituem fontes importantes de sugestões de assuntos.

Aprendendo por si

A autonomia certamente é uma das maiores qualidades que buscamos desenvolver em nossos alunos. Desde a Educação Infantil até o Ensino Superior, a pessoa gradativamente diminui sua dependência da figura do professor e adquire cada vez mais confiança para aprender por si mesma. Aliás, o autodidatismo é uma das características mais importantes para um bom desempenho no mundo do trabalho, tanto que proatividade se tornou jargão obrigatório para descrever as qualidades de um futuro colaborador de uma organização. Porém, aprender por si também exige treinamento, e o professor pode criar situações pedagógicas que propiciem o desenvolvimento dessa capacidade.

O professor seleciona um trecho de um capítulo do livro cujo assunto seja o mais próximo possível da realidade do aluno. Temas muito abstratos ou com raciocínio que se distancia demais do cotidiano são complexos e desencorajam o aluno. Alguns tópicos de atomística ou de equilíbrio químico exigem elaboração maior e níveis mais sofisticados de cognição, assim, necessitam de um tratamento mediado pelo professor. Entretanto, temas como soluções ou separação de misturas, por exemplo, permitem que o aluno realize as tarefas com autonomia. A seção Leia, analise e responda, presente em diversos capítulos, foi elaborada para cumprir esse papel.

Após a escolha do trecho do livro, o professor, em aula, pede aos alunos que leiam o texto teórico e imediatamente respondam às questões associadas, sem explicação prévia. Ou seja, o aluno fará os exercícios embasado apenas naquilo que leu e no seu repertório de conhecimento. Resolver a atividade em aula evita interferências de outros adultos, como os pais, caso seja feita em casa.

No início, os estudantes farão perguntas toda vez que se depararem com alguma parte mais trabalhosa, pedindo ao professor que os ajude. Contudo, o objetivo dessa atividade é justamente subtrair esse papel do professor, que deve insistir para que os alunos façam o exercício por conta própria. Realizar a atividade em duplas nas primeiras vezes pode diminuir a ansiedade dos alunos.

Preparação de questionários

Essa sugestão de atividade caminha lado a lado com a anterior, já que também tem como objetivo final a autonomia intelectual, exigindo que o estudante domine competências para uma leitura mais significativa.

O professor seleciona um trecho do livro cujo tema não seja muito complexo em um primeiro contato. A seção Conexão presente nesta coleção fornece ótimos subsídios textuais para esse tipo de atividade. Sem dar explicações anteriores, o professor pede aos alunos que leiam o texto e elaborem questões sobre ele com as respectivas respostas. Evidente que há o risco de o aluno criar perguntas muito superficiais ou óbvias demais. O professor pode solicitar, então, que determinada questão trate de tal aspecto do texto, ou ainda, se o tema escolhido tiver um tratamento matemático, fornecer um resultado numérico, e pedir ao aluno que monte um enunciado cuja resolução atinja o valor proposto.

Preparação de procedimentos de atividades práticas

O livro apresenta muitas atividades práticas para serem desenvolvidas, mas não foi feita uma apresentação exaustiva de tudo que poderia ser proposto para tratar experimentalmente determinados fenômenos.

O professor pode selecionar um fenômeno químico que poderia ser trabalhado como uma atividade prática, levando em consideração material, reagentes, equipamentos disponíveis e, principalmente, os riscos envolvidos, propondo aos alunos que descrevam um procedimento que permita verificar experimentalmente aquele fenômeno. Após o professor examinar sua viabilidade, os alunos executam o experimento, sempre tendo em vista a segurança na seleção de reagentes e técnicas laboratoriais.

Como exemplo, pode-se pedir aos alunos que elaborem um roteiro que permita comparar o desempenho de sabões e detergentes na limpeza de tecidos em diversas condições de lavagem (água fria ou quente, alto ou baixo teor de íons cálcio, meio neutro, ácido ou alcalino, etc.). Ou ainda estudar as cores assumidas por pigmentos vegetais (extrato de flores, como rosa vermelha, ou extrato de frutas, como morango ou uva) em condições variadas de pH (desde soluções fortemente ácidas até soluções fortemente alcalinas). Uma pesquisa mais atenta em livros de Química desenrola um universo rico de fenômenos que podem ser tratados na prática.

Elaboração de resumos

A operação cognitiva de resumir será exigida dos jovens em diversas oportunidades, seja na leitura de

um jornal, descrevendo um filme ou uma peça de teatro para um amigo, seja elaborando um relatório de atividade em seu trabalho. Contudo, esse saber exige a capacidade de uma leitura profunda e relevante, pois o aluno deve ser capaz de localizar a intenção do autor e os objetivos ocultos no texto sabendo selecionar as informações importantes, separando-as das irrelevantes.

Essa capacidade pode ser desenvolvida em diversas oportunidades. O docente pode pedir a seus alunos que entreguem, no final de cada capítulo, um resumo dos conceitos, ou que façam um fichamento de um trecho do livro. Também é possível integrar essa prática com a atividade Aprendendo por si, na qual o aluno deverá, após a leitura do texto, elaborar um resumo e responder às questões associadas.

Importante ressaltar que o ato de resumir não é tão trivial assim. Os estudantes mostram dificuldades sistemáticas, já que primeiro é necessário entender sem superficialidade o que se lê, depois é preciso hierarquizar as ideias, para finalmente resumir o texto ressaltando os pontos relevantes. Muitos jovens creem que basta grifar frases em um texto e agrupá-las em um novo trecho sem elaboração maior. No início, o professor precisará explicar em que consiste um resumo e até conduzir o processo para exemplificar, senão a atividade se reduzirá a apenas destacar frases soltas do livro.

Pesquisa

Esse tipo de trabalho pedagógico teve sua aplicação tão desvirtuada dentro da sala de aula que alguns professores torcem o nariz só em sua menção. Fazer uma pesquisa, em muitos casos, virou sinônimo de “trabalhinho simples que vai garantir nota”. Isso aconteceu porque foi criado um falso entendimento de que pesquisar é apenas selecionar e copiar trechos de livros. Com a massificação da Internet, o trabalho de pesquisa foi relegado a uma atividade pedagógica de nível inferior, já que, em muitos casos, basta o aluno digitar o tema da pesquisa em algum *site* de busca e copiar/colar os textos encontrados. Nesse caso, nem o trabalho de transcrever é necessário! Porém esse tipo de atitude pode refletir uma falta de orientação do professor, ou uma ausência de posicionamento do docente sobre o ato de pesquisar, verbo que é muito mais complexo do que copiar. Porém, na maior parte das vezes, o insucesso desse trabalho recai na escolha inadequada do tema da pesquisa.

A chave de um trabalho satisfatório de pesquisa se inicia pela escolha do tema que será desenvolvido. Uma orientação bem-feita do professor não garante o sucesso da atividade se o assunto permitir que o estudante apenas corte/cole trechos de um *site* ou livro. O tema deve exigir uma tomada de posicionamento do aluno, uma opinião perante um dilema, uma sugestão de ação, coisas que não podem simplesmente ser copiadas.

Por exemplo, o tema o início da Química Orgânica é meramente informativo e abre espaço para que o jovem transforme pesquisa em cópia. Mas o professor pode detalhá-lo de modo a exigir uma opinião final, por exemplo: Usando o caso do experimento da síntese da ureia por Wöhler, discuta como o fato de um cientista ser renomado interfere na aceitação de um fato experimental. Note como essa sugestão modificou o caráter da pesquisa. Agora o aluno deverá saber quem foi Wöhler, o que ele fez, como essa ação impactou na Química e como os cientistas reagiram a isso. Durante essa busca, o aluno encontrará o nome de Berzelius e sua teoria da força vital e notará que, mesmo sendo um químico de renome, as ideias de Wöhler não foram imediatamente derrubadas. Assim, não basta o aluno digitar o tema em um buscador da Internet. Além de exigir um levantamento das informações para se inteirar do fato histórico, a leitura delas deverá ser cuidadosa e significativa.

A seção Conexão, presente em diversos capítulos, é fonte importante de temas. Todavia, como foi discutido, se o professor quer um trabalho de pesquisa que não se torne mero processo de compilação, ele deve ter o cuidado de elaborar um tema que exija reflexão. Isso aproxima o trabalho escolar do método científico, pois um cientista não elabora uma pesquisa de fontes bibliográficas apenas recortando trechos de artigos científicos, já que para ele há uma pergunta a ser respondida, uma opinião a ser emitida, e a função da pesquisa é levantar informações que possibilitem esse fim.

Debate

Saber construir e defender uma ideia é uma qualidade importante, e o professor pode participar do desenvolvimento dela. Uma das competências de redação do Enem está reproduzida abaixo.

Selecionar, relacionar, organizar e interpretar informações, fatos, opiniões e argumentos em defesa de um ponto de vista.

BRASIL, Ministério da Educação. *Relatório pedagógico — Enem*. Brasília, 2002.

Mesmo integrando outra disciplina, essa competência é fundamental em todas as áreas do conhecimento e certamente pode ser concretizada pela realização de um debate. Argumentar é uma operação cognitiva sofisticada, na medida em que mobiliza muitas ações internas. Não é possível tecer uma opinião razoável sem conhecer os dois lados da questão, sem vislumbrar a complexidade do tema. Não basta “ouvir falar”, para argumentar é necessária uma imersão no problema para conhecer os pontos fortes e fracos de cada posicionamento. E o debate cria um ambiente pedagógico ideal para lapidar essa habilidade.

A escolha do assunto é o centro do processo, porque o envolvimento do aluno dependerá do que será debatido. Há temas controversos, que criam polaridades imediatamente, e a Química é fértil para gerar esse tipo de tema. Sendo uma ciência de grande aplicação prática, ela é tão presente em nosso dia a dia que seus produtos tecnológicos sempre geraram polêmicas. O uso de agroquímicos, por exemplo. O professor pode dividir a classe em dois grupos de alunos; um deles vai defender o uso de agroquímicos, e outro, seu banimento. Contudo, o estudante precisa **construir** sua argumentação com base em fatos, caso contrário, o debate se limita ao “achismo”. Dessa maneira, um trabalho de pesquisa prévio é imprescindível. O professor precisará combinar as regras do debate, como tempo de pergunta e de resposta, se haverá réplica e tréplica, se alguns alunos serão os juízes, de modo a escolher o grupo que melhor defendeu seu ponto de vista, etc. Provavelmente muitos alunos se sentirão desconfortáveis em defender ou atacar determinado tema, mostrando que tomar decisões ou defender posições nos tira da zona de conforto. Talvez, no final, muitos percebam que apenas o sim ou o não, sem uma reflexão cuidadosa sobre o assunto, podem ser escolhas perigosas. Há muitas lições que podem ser retiradas de um debate, e a sensibilidade do professor será importante para destacá-las.

Sendo o tema parte significativa do sucesso de um debate, esta coleção de Química apresenta muitas sugestões. Questões ambientais são, via de regra, aquelas que melhor se encaixam nesse tipo de atividade, pois, além de estarem na mídia com frequência e gerarem muitas opiniões, afetam diretamente nossas escolhas como consumidores e cidadãos. Igualmente, o debate é uma boa oportunidade de agregar saberes de outras disciplinas, como Biologia, Geografia, História, Sociologia, Física, Filosofia, tornando-o uma atividade interdisciplinar produtiva.

Integração na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Os Parâmetros Curriculares Nacionais e os documentos oficiais que os dimensionam dão ênfase a que o ensino não se feche em disciplinas, mas que amplie o universo do estudante, mostrando que o conhecimento humano transcende essa divisão artificial definida apenas para facilitar o trabalho humano de decifrar a natureza. A escola deve ser capaz de revelar que o conhecimento não é intrinsecamente fragmentado, permitindo que o aluno transite por ele com naturalidade, sem se prender a rótulo ou tropeçar em limites muitas vezes discutíveis.

Ainda que as disciplinas não sejam sacrários imutáveis do saber, não haveria qualquer interesse em redefini-las ou fundi-las para objetivos educacionais. É preciso reconhecer o caráter disciplinar do conhecimento e, ao mesmo tempo, orientar e organizar o aprendizado, de forma que cada disciplina, na especificidade de seu ensino, possa desenvolver competências gerais. Há nisso uma contradição aparente, que é preciso discutir, pois específico e geral são adjetivos que se contrapõem, dando a impressão de que o ensino de cada disciplina não possa servir aos objetivos gerais da educação pretendida.

Em determinados aspectos, a superação dessa contradição se dá em termos de temas, chamados de transversais, cujo tratamento transita por múltiplas disciplinas; no entanto, nem todos os objetivos formativos podem ser traduzidos em temas. A forma mais direta e natural de se convocarem temáticas interdisciplinares é simplesmente examinar o objeto de estudo disciplinar em seu contexto real, não fora dele. Por exemplo, sucata industrial ou detrito orgânico doméstico, acumulados junto de um manancial, não constituem apenas uma questão biológica, física, química; tampouco é apenas sociológica, ambiental, cultural, ou então só ética e estética – abarcam tudo isso e mais que isso.

BRASIL, Ministério da Educação. PCN+ — Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 2002. p. 14.

Esses temas para o trabalho escolar podem surgir por várias motivações, sem que tenham sido necessariamente planejadas no início do ano. Um debate pode surgir de um estudo de campo feito pelos alunos, de um fato que repercutiu na mídia, de uma demanda da comunidade.

Os temas que envolvem o ambiente se fazem muito presentes no cotidiano dos alunos, principalmente com a percepção cada vez maior de que estamos usando nossos recursos naturais mais rapidamente do que sua capacidade de reposição; preocupações dessa natureza estão se tornando pauta de discussões de muitos grupos da sociedade.

A sensibilidade da equipe de professores será importante na escolha de temas que facilitem o engajamento dos estudantes, permitindo um múltiplo olhar e que mostrem seus objetivos com facilidade. A cana-de-açúcar, por exemplo, emerge como tema relevante em uma comunidade cujos pais trabalham em atividades agrícolas ligadas a esse cultivo. O próprio cotidiano do aluno pode se transformar em um grande tema de trabalho. Condições de plantio, situação dos boias-frias, tipos de cultivo, produtos provenientes desse cultivo, cada um desses assuntos necessita de várias abordagens: química, biológica, geográfica, histórica, etc.

Nas seções Conexão e Leia, analise e responda há muitos assuntos que podem ser expandidos e abordados com temas transversais. O texto-base para esse tipo de trabalho pode, inclusive, ser retirado de uma dessas seções. Conforme a abordagem, é possível estabelecer diálogos entre diferentes partes do livro, e entre essas partes com outras disciplinas. Trabalhos que agregam saberes ajudam a amplificar a percepção de mundo do estudante, mostrando que, isolada, nenhuma área do conhecimento é capaz de fornecer uma compreensão profunda de qualquer tipo de problema, muito menos fornecer respostas plenamente exequíveis. A natureza possui uma complexidade intrínseca que exige abordagens múltiplas. A divisão em disciplinas faz sentido apenas em termos pedagógicos, pois o conhecimento é construído por meio da composição de diferentes olhares.

Atividades práticas

Dentro do imaginário coletivo, a Química está indissociada do trabalho experimental, posto que a imagem de um laboratório imediatamente remete às atividades químicas. Objetos como erlenmeyers e tubos de ensaio vincularam-se tão fortemente a essa ciência que parecem sinônimos. Essa forte correlação sempre nos lembra que a Química surgiu da experimentação, todavia não apenas dela, mas também da aplicação de uma metodologia que extrai respostas da natureza pela observação sistemática de seus fenômenos. Hoje, evidentemente, esse vín-

culo entre a atividade experimental e o fazer químico adquiriu outro caráter. Já se concebe uma Química teórica que prescinde do laboratório, apesar de exigir dados experimentais para seu embasamento ou sua corroboração. Entretanto, dentro do ensino formal, a atividade experimental merece especial atenção, traduzindo-se no estímulo dado às

atividades teórico-práticas amparadas em laboratórios de ciências, matemática e outros que apoiem processos de aprendizagem nas diferentes áreas do conhecimento.

BRASIL, Ministério da Educação. *Ensino Médio Inovador*. Brasília, 2009.

Assim, os raciocínios, as habilidades e as competências que se procuram desenvolver no curso de Química têm uma ancoragem muito maior na estrutura cognitiva do aluno quando a experimentação está presente. Todavia, deve ficar claro aqui que a experimentação na escola média tem função pedagógica, diferentemente da experiência conduzida pelo cientista.

A experimentação formal em laboratórios didáticos, por si só, não soluciona o problema de ensino-aprendizagem em Química. Qualquer que seja a atividade a ser desenvolvida, deve-se ter clara a necessidade de períodos pré e pós-atividade, visando à construção dos conceitos. Dessa forma, não se desvinculam “teoria” e “laboratório”.

BRASIL, Ministério da Educação. PCN — *Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio*. Brasília, 1999. p. 36.

A atividade prática deve estar diretamente ligada à aula expositiva, e não servir apenas de mera recreação. Certamente, o aluno ficará impressionado ao ver uma fita de magnésio queimando, mas isso não resultará em nenhum eco se não fizer parte de um contexto, de um processo pedagógico.

Há diferentes modos de realizar um trabalho experimental, seja como práticas de laboratório, demonstrações em sala de aula, seja como estudos do meio. Sua escolha depende de objetivos específicos do problema em estudo, das competências que se quer desenvolver e dos recursos materiais disponíveis.

Qualquer que seja o tipo, essas atividades devem possibilitar o exercício da observação, da formulação de indagações e estratégias para respondê-las, como a seleção de materiais, instrumentos e procedimentos adequados, da escolha do espaço físico e das condições de trabalho seguras, da análise e sistematização de dados.

BRASIL, Ministério da Educação. PCN+ — *Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília, 2002. p. 108.

Esta coleção contém sugestões de atividades práticas em diferentes momentos de apresentação da teoria. É importante que o professor não se sinta intimidado diante delas. Mesmo com pouco ou nenhum recurso específico de laboratório, como vidrarias ou reagentes de alto grau de pureza, é possível desenvolver várias delas com materiais facilmente encontrados no dia a dia. Vale lembrar que materiais de limpeza e alimentos são fontes acessíveis de inúmeras substâncias químicas, e as atividades foram planejadas tendo isso em conta.

Importante ressaltar que o professor deve executar a atividade por si mesmo antes de aplicá-la em sala de aula, por mais simples que possa parecer. Todas as atividades propostas nesta coleção foram previamente testadas, mas é possível que sob circunstâncias distintas das que o professor pode encontrar em sua sala de aula. Por isso, podem surgir problemas inesperados que, durante uma aula, inviabilizam sua execução com os alunos. Testar qualquer experiência é o primeiro item de um professor prudente. Até mesmo uma atividade exaustivamente testada é suscetível a falhas. A execução prévia também permite que o professor dimensione melhor a aula, já que é necessário se certificar de que seu trabalho se encaixa no tempo previsto. Além disso, transpor uma atividade feita em pequenos grupos para uma demonstração exige adequação das quantidades e da maneira de apresentação, uma vez que o fenômeno deve ser observado por todos: é mais simples realizar uma atividade em um tubo de ensaio para um pequeno grupo de alunos do que apresentá-la perante uma classe de 40 alunos. Por fim, e não menos importante, a segurança. Apesar de as atividades descritas no livro evitarem o uso de reagentes muito tóxicos, corrosivos ou ambientalmente perigosos, o professor deve estar certo de que a execução da atividade oferece riscos mínimos. Usar sempre equipamentos de proteção individual (EPIs), como avental, luvas e óculos de segurança, e ponderar sobre a maturidade daquela turma para a execução de determinado experimento diminuem as probabilidades de ocorrerem problemas.

Tecnologias da informação

O uso da internet se espalhou de tal maneira que, apesar de ainda haver muitos jovens brasileiros sem acesso a ela, seu uso está em franco processo de massificação e, em um futuro próximo, possuir conta de

e-mail poderá ser tão natural quanto fornecer o endereço residencial. Assim como a televisão causou forte impacto na disseminação de informações na sociedade, a internet provocou outra revolução provavelmente mais profunda quanto ao acesso e à produção de conhecimento. Entre os jovens que possuem computador e usam a Internet com frequência, os atos de consultar enciclopédias ou dicionários em papel, comprar CDs e até alugar filmes em DVD se tornam obsoletos rapidamente. E essa súbita mudança de hábitos impacta direta ou indiretamente na vida escolar. Em muitas instituições, o professor se vê obrigado a entender e a usar a internet para não correr o risco de ficar desatualizado em sua atividade docente.

O uso do computador não é um mero modismo, pois ele alterou concretamente o ensino; a busca e a articulação de informações atingiram outro patamar de sofisticação. É claro que a confiabilidade das fontes de informações deve ser objeto de atenção do professor, mas não é possível fingir que a internet e o uso de recursos eletrônicos são simples “perfumaria”: eles são ganhos, pois facilitaram muitos processos didáticos. Todavia, esses novos recursos não podem ser encarados como a tecnologia que finalmente irá transformar de tal maneira o processo ensino-aprendizagem que o professor será mero figurante. Muitos estudos mostram que o computador não melhora nem piora os atributos de uma aula, a tecnologia é apenas contexto e instrumento, pois a qualidade do ensino emana invariavelmente da figura docente, que é o responsável por integrar estratégias, por organizar o raciocínio, por selecionar o assunto, por buscar pertinências, enfim, por dar alma para a sala de aula. O ensino a distância (EAD), por exemplo, só se mostra eficaz quando o estudante já possui autonomia intelectual e maturidade suficientes, e essas qualidades são inicialmente construídas dentro do ambiente escolar. Assim, o computador deve ser visto apenas como ferramenta de ensino, muito poderosa quando bem usada; porém não deixa de ser uma ferramenta que necessita da mão do mestre para que suas qualidades apareçam.¹

Por seu caráter abstrato, aprender Química pode ser penoso para o aluno que tem dificuldade em visualizar átomos e moléculas na busca de modelos que expliquem fenômenos naturais, ou para um professor que precise explicá-los. Nesses casos, há um conjunto de programas de computador para o ensino de Química disponível (no mercado e na rede) que permitem

¹ FERREIRA, V. F. As tecnologias interativas no ensino. *Química Nova*, v. 21, n. 2, p. 780-786, 1998.

simulações de processos microscópicos, cuja aplicação aos alunos deve ser avaliada pelo professor, levando em consideração a qualidade do programa, das informações fornecidas, o enfoque pedagógico, a adequação ao desenvolvimento cognitivo do aluno e a linguagem.

Esse recurso também pode ser usado pelo professor ou pelo aluno para a criação de seus próprios materiais: na redação de textos, simulação de experimentos, construção de tabelas e gráficos, representação de modelos de moléculas. É também um meio ágil de comunicação entre o professor e os alunos, possibilitando, por exemplo, a troca de informações na resolução de exercícios, na discussão de um problema, ou na elaboração de relatórios.

BRASIL, Ministério da Educação. PCN+ — *Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.* Brasília, 2002. p. 109.

Entretanto, para que o uso desse recurso tenha valor pedagógico, antes de oferecê-lo ao aluno, o professor deve manipulá-lo intensivamente, até dominar bem os seus comandos, conhecer suas etapas e principais características. Perceber que o professor sabe pouco da ferramenta que vai usar é desestimulante e desqualifica a aula. Sobre alguns temas, há muitos programas gratuitos disponíveis na internet (tabelas periódicas virtuais e simuladores de moléculas, por exemplo), e o professor só conseguirá fazer uma escolha que permita atingir seus objetivos didáticos após usá-los, pois as qualidades e os defeitos de cada um diferem grandemente. Elaborar um roteiro também é muito importante. Simplesmente colocar o aluno na frente do computador e deixá-lo mexer no programa não significa que houve aprendizagem, pois para o jovem não estarão claras as metas pretendidas pelo professor. Será apenas uma brincadeira com um programa novo, que rapidamente deixará de ser interessante. A ação do estudante deve ser direcionada por um planejamento de trabalho. Após uma breve explanação dos principais comandos, o professor pode aguçar a atenção do aluno propondo um desafio, ao qual só é possível responder com o programa. No final, é necessário certificar-se de que os objetivos foram alcançados fazendo algum tipo de verificação, como um questionário que pode ser respondido no próprio computador, por exemplo.

Muitas universidades públicas possuem grupos de ensino de Química que têm *sites* próprios com sugestões de programas, muitos deles gratuitos. O professor precisa acentuar sua curiosidade e ter

paciência para lidar com essa nova ferramenta, mas ela certamente renderá boas surpresas que culminarão em ambientes frutíferos de aprendizagem.

Avaliação

As provas são a forma mais simples de exemplificar o ato de avaliar e, muitas vezes, a prática pedagógica corrente para avaliar se resume em aplicar, em média, duas provas escritas por bimestre e fazer uma média delas para atribuir nota ao aluno. Contudo, reduzir a avaliação à mera aplicação de provas diminui as possibilidades embutidas na ideia de avaliar o aluno e todo o processo ensino-aprendizagem.

Por que avaliar? A nota deveria ser um reflexo da evolução do processo acadêmico de cada aluno, um instantâneo de como o estudante se encontra na estruturação do conhecimento. O processo de ensino-aprendizagem não é linear e tem duas características importantes: ocorre de modo contínuo, com a participação de elementos de dentro e de fora da sala de aula; e é fundamentado no conhecimento do estudante, elaborado por meio de um confronto permanente entre aquilo que o aluno já sabe (adquirido em sua experiência cotidiana) e aquilo que seu professor apresenta. A avaliação, portanto, deve refletir essa complexidade.

A intenção não é, evidentemente, diminuir a importância da prova escrita: ela é uma ferramenta importante como instrumento de avaliação, mas não deve ser a única. Seminários, atividades experimentais, trabalhos de campo, pesquisas, relatórios: qualquer produto do processo acadêmico é uma fonte preciosa de informações que ajudam a construir a avaliação (veja sugestões de atividades no item Sugestões de atividades pedagógicas).

Igualmente importantes são as autoavaliações, em que os estudantes têm a oportunidade não apenas de reconhecer e manifestar suas próprias dificuldades, como de compreender a necessidade das avaliações no ensino e em outras atividades da vida no trabalho ou social.

BRASIL, Ministério da Educação. PCN+ — *Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.* Brasília, 2002.

Além da diversidade de instrumentos para compor um quadro mais fidedigno do caminhar do aluno, a avaliação deve ser um reflexo do curso de Química, da aula preparada pelo professor, e deve ser coerente com a linha pedagógica sugerida.

A sintonia entre a profundidade da aula e a exigência nas avaliações deve ser total, pois é injusto com o aluno exigir mais em uma prova do que aquilo que foi dado em sala. O contrário também é nocivo, avaliações muito mais simples do que foi tratado em aula desqualificam o trabalho docente.

Na verdade, o grande parâmetro para elaboração de uma boa avaliação é a própria aula, que deve deixar claro para o aluno qual é o objetivo do professor, aonde ele quer chegar e qual o nível de profundidade que se quer atingir. Se o trabalho educacional é eminentemente político, na sala de aula se estabelecem os laços que criam a disposição para o aprender, e a confiança do estudante no professor é o vínculo fundamental. O rompimento desse contrato coloca todo o curso em questão e impede o ensino, já que indispõe o aluno com o professor. A qualidade de uma aula, enquanto construção pedagógica, está em segundo plano quando se considera que todo o processo de ensino-aprendizagem se inicia na disposição que o aluno tem para aprender e que esse sentimento é ancorado em relações saudáveis entre o educador e o educando. Avaliações incompatíveis com o restante do projeto pedagógico adotado deterioram rapidamente essas relações e maculam o clima da sala de aula.

O processo de avaliação também deve ser visto como estratégia de ensino, de promoção do aprendizado.

A avaliação pode assumir um caráter eminentemente formativo, favorecedor do progresso pessoal e da autonomia do aluno, integrada ao processo ensino-aprendizagem, para permitir ao aluno consciência de seu próprio caminhar em relação ao conhecimento e permitir ao professor controlar e melhorar a sua prática pedagógica.

BRASIL, Ministério da Educação. PCN — Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio. Brasília, 1999.

Muito mais do que gerar um conceito no final do bimestre ou trimestre, a avaliação tem a função de corrigir a rota e nortear o replanejamento do ensino. Se os instrumentos utilizados são condizentes com o trabalho em sala de aula, mas os alunos apresentam um desempenho aquém do esperado, cabe ao professor localizar os problemas e elaborar soluções. Apresentações escritas e orais feitas pelos alunos dão subsídios para que o professor mapeie conceitos malformados, possíveis lacunas, desvios de entendimento, interpretações incorretas. Uma avaliação pode ser um divisor de águas, uma vez que o professor pode perceber que está seguindo por um caminho inadequado para aquele grupo e modificar a estrutura de suas aulas futuras.

De comum acordo com o ensino desenvolvido, a avaliação deve dar informação sobre o conhecimento e compreensão de conceitos e procedimentos; a capacidade para aplicar conhecimentos na resolução de problemas do cotidiano; a capacidade para utilizar as linguagens das Ciências, da Matemática e suas Tecnologias para comunicar ideias; e as habilidades de pensamento como analisar, generalizar, inferir.

BRASIL, Ministério da Educação. PCN — Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio. Brasília, 1999.

Bibliografia

BRASIL. Ministério da Educação. *Ensino Médio inovador*. Brasília, 2009.

_____. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*, Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

_____. *Matriz de referência para o Enem*. Brasília, 2009.

_____. *Ocem — Orientações curriculares para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília, 2006.

_____. PCN — Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio. Brasília, 1999.

_____. PCN+ — Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. *Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília, 2002.

_____. *Reestruturação e expansão do Ensino Médio no Brasil*. Brasília, 2008.

_____. *Relatório pedagógico — Enem*. Brasília, 2002.

FERREIRA, V. F. As tecnologias interativas no ensino. *Química Nova*, v. 21, n. 2, p. 780-786, 1998.

GIORDAM, M. O papel da experimentação no ensino de Ciências. *Química Nova na Escola*, n. 10, p. 43-49, 1999.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

PAULA, H. F.; LIMA, M. E. C. C. Educação em ciências, letramento e cidadania. *Química Nova na Escola*, n. 26, p. 3-9, 2007.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, v. 12, n. 36, p. 474-550, 2007.

_____. Letramento em Química, educação planetária e inclusão social. *Química Nova*, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 611-620, maio-jun. 2006.

_____; SCHNETZLER, R. P. Função social: o que significa ensino de Química para formar o cidadão? *Química Nova na Escola*, n. 4, p. 28-34, 1996.

Orientações por unidade

Unidade 1 – Os compostos orgânicos	21
Introdução – O que é Química Orgânica?	22
Capítulo 1 – O carbono e os tipos de ligações covalentes	23
Capítulo 2 – Compostos orgânicos	29
Unidade 2 – Funções orgânicas: hidrocarbonetos	37
Capítulo 3 – Classificação dos hidrocarbonetos	38
Capítulo 4 – Grupos orgânicos substituintes e radicais	46
Capítulo 5 – Hidrocarbonetos ramificados	50
Capítulo 6 – Fontes de hidrocarbonetos	58
Capítulo 7 – Combustão	62
Unidade 3 – Outras funções orgânicas	67
Capítulo 8 – Funções orgânicas oxigenadas	68
Capítulo 9 – Funções orgânicas nitrogenadas	85
Capítulo 10 – Funções orgânicas halogenadas, sulfonadas e organometálicos	92
Unidade 4 – Sinopse das funções orgânicas	98
Capítulo 11 – Compostos de função mista	99
Capítulo 12 – Propriedades físicas dos compostos orgânicos	107
Unidade 5 – Isomeria	119
Capítulo 13 – Conceito de isomeria	120
Capítulo 14 – Isomeria plana	124
Capítulo 15 – Isomeria espacial	130

Unidade 6 – Reações orgânicas de hidrocarbonetos	148
Capítulo 16 – Tipos de reações orgânicas	149
Capítulo 17 – Reações de substituição	155
Capítulo 18 – Reações de adição	172
Capítulo 19 – Reações de oxidação	186
Unidade 7 – Reações de outras funções orgânicas	200
Capítulo 20 – Álcoois	201
Capítulo 21 – Aldeídos e cetonas	214
Capítulo 22 – Ácidos carboxílicos	222
Capítulo 23 – Ésteres	231
Capítulo 24 – Aminas, aminoácidos e amidas	249
Unidade 8 – Polímeros	257
Capítulo 25 – Polímeros sintéticos	258
Capítulo 26 – Polímeros naturais	271

Comentários específicos

Unidade 1 – Os compostos orgânicos

Objetivos da unidade

A unidade foi desenvolvida a partir da teoria do *big bang*, levantando possíveis explicações para o surgimento da vida na Terra.

Ainda continuando com um pouco de História da Química Orgânica, citamos a teoria da força vital. Chame a atenção dos alunos para o fato de que, por muito tempo, essa teoria foi aceita, e isso acabou por desencorajar outros químicos a procurar novas explicações para o início da vida.

Aposte a síntese da ureia como grande responsável pela queda da teoria da força vital. A teoria estrutural de Kekulé, juntamente com as diferentes formas de representação da cadeia carbônica, merece especial atenção. Use os modelos apresentados na introdução para mostrar ao aluno que, embora diversos, o modelo tetraédrico de Van't Hoff, o modelo pau e bola, o modelo de preenchimento espacial e o modelo conhecido por cunha e traço podem ser usados para representar uma mesma molécula.

Ideias iniciais

Nesta unidade que dá início ao volume, a abordagem para introduzir o estudo dos compostos de carbono foi feita a partir da imagem de uma floresta tropical, indicando um olhar voltado para a presença do átomo de carbono em todo o ambiente. E convida o estudante a reconhecer substâncias contendo carbono em seus diferentes estados físicos à temperatura ambiente. Essa introdução favorece o levantamento de conhecimentos prévios e a retomada de temas já estudados anteriormente, fazendo uma ponte entre o saber já constituído e o que se vai estudar no momento.

É interessante apresentar aos estudantes o conceito de Química Orgânica, discutindo a origem do Universo e o surgimento da vida. Se possível, coloque em

discussão a frase do astrônomo Carl Sagan: “nós somos feitos de matéria estelar, a poeira das estrelas”. Então, ouça os argumentos dos estudantes e faça interferências, explicando o *big bang* e o surgimento da vida. Em seguida, fale sobre a teoria da força vital e o surgimento da Química Orgânica, assim como seu desenvolvimento até os dias atuais.

Esse pode ser também um bom momento para fazer uma relação interdisciplinar com Língua Portuguesa e discutir com eles um trecho da peça do dramaturgo e poeta inglês William Shakespeare (1564-1616), inscrito naquela que, acredita-se, foi sua obra final, *A tempestade*, encenada pela primeira vez em 1611.

Peça que leiam o texto a seguir e reflitam especialmente sobre o fragmento destacado. E, então, que estabeleçam comparações, a partir da frase citada por Carl Sagan, sobre as metáforas de nosso estar no mundo, da grandeza ou pequenez humana. Se achar pertinente, faça isso junto com o(a) professor(a) de Língua Portuguesa.

[...]

PRÓSPERO — Pareceis, caro filho, um tanto inquieto, como quem sente medo. Criaí ânimo, senhor; nossos festejos terminaram. Como vos preveni, eram espíritos todos esses atores; dissiparam-se no ar, sim, no ar impalpável. E tal como o grosseiro substrato desta vista, as torres que se elevam para as nuvens, os palácios altivos, as igrejas majestosas, o próprio globo imenso, com tudo o que contém, hão de sumir-se, como se deu com essa visão tênue, sem deixarem vestígio.

Somos feitos da matéria dos sonhos; nossa vida pequenina é cercada pelo sono.

[...] (grifo nosso)

SHAKESPEARE, William. *A tempestade*. Trad. Carlos Alberto Nunes. São Paulo: Melhoramentos, 1955. p. 105-106. (Obras completas de Shakespeare, v. 1.)

Material de apoio

Apresentamos a seguir sugestões para a ampliação dos temas abordados na unidade e, eventualmente, ajudá-lo nas pesquisas solicitadas aos alunos. É altamente recomendável que, caso pretenda compartilhar essas sugestões com eles, você tenha acesso prévio a elas, para avaliar sua adequação, principalmente quando se tratar de conteúdo de endereços eletrônicos não exclusivamente educativos (como é o caso do YouTube). Endereços eletrônicos acessados em: 3 jul. 2018.

- Atomism – The Galileu project (em inglês): <<http://galileo.rice.edu/sci/theories/atomism.html>>.
- Ancient Atomism – Stanford encyclopedia of philosophy (em inglês): <<http://plato.stanford.edu/entries/atomism-ancient/>>.
- The Standard Model – CERN (em inglês): <<http://home.web.cern.ch/about/physics/standard-model>>.
- Formação dos elementos químicos – Walter J. Maciel, IAG/USP: <www.astro.iag.usp.br/~maciel/teaching/artigos/elementos/elementos.html>.
- Química pré-biótica: sobre a origem das moléculas orgânicas na Terra (apresenta algumas abordagens experimentais acerca dos possíveis mecanismos de síntese das moléculas orgânicas que constituem o alicerce das formas de vida atuais) – *Química Nova na Escola*, n. 22, p. 26: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a05.pdf>>.
- Vida primitiva: como teriam surgido os primeiros organismos vivos? – Marcelo S. da Silva e Silvia M. Nishida, Unesp: <http://www2.ibb.unesp.br/Museu_Escola/6_origem/origem_vida/origem.htm>.
- Extraterrestres – Debate realizado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais: <<http://www.observatorio.ufmg.br/pas43.htm>>.

Introdução

O que é Química Orgânica?

Objetivos

- Conhecer a teoria estrutural de Kekulé;
- dominar o conceito de tetravalência e reconhecer o carbono como um átomo tetravalente;
- identificar e classificar as diferentes formas de representar uma molécula orgânica: modelo tetraédrico de Van't Hoff, modelo pau e bola, modelo de preenchimento espacial e o modelo conhecido por cunha e traço.

Sugestões de abordagem

Neste volume, estudaremos a Química Orgânica. Iniciamos apresentando uma teoria sobre a formação do Universo – o *big bang* – e, a seguir, discutimos o surgimento da vida na Terra.

É conveniente que o professor apresente aos alunos outras teorias acerca do tema.

Posteriormente, será apresentada a evolução da Química Orgânica desde seus primórdios até hoje. Neste ponto, o professor pode apresentar o ciclo do carbono, o que permitirá desenvolver a interdisciplinaridade.

Conexão

Cidadania (p. 16)

Gestão de resíduos orgânicos

O biodigestor pode ser uma alternativa prática e simples, em que se reaproveitam dejetos orgânicos que são descartados no meio ambiente. Trata-se de um processo natural em que as bactérias que estão presentes nesses dejetos decompõem tais resíduos (vegetais e excremento de animais), transformando-os em fertilizantes e biogás. Esse processo diminui significativamente a Demanda Química de Oxigênio (DQO) e a Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) em até 90%.

Já a compostagem é um processo biológico da matéria orgânica, não importando sua origem (agrícola, industrial, urbana ou doméstica), em que os microrganismos (bactérias e fungos) degradam a matéria orgânica. Esse procedimento tem como vantagem a diminuição das sobras de alimentos e os resíduos orgânicos gerados, além de ser um processo fácil de ser feito.

Capítulo 1 O carbono e os tipos de ligações covalentes

Sugestões de abordagem

Para mostrar a importância do elemento carbono como constituinte de vários compostos, o professor pode discutir com os alunos a composição do lixo doméstico, pedindo-lhes que digam o que encontram no lixo e então classifiquem cada componente, sem se preocuparem com fórmulas. Exemplos de lixo:

Orgânico

- papel (celulose polissacarídeo);
- resto de comida (amido);
- madeira (celulose), etc.

Inorgânico

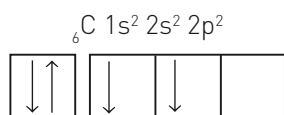
- lata (Al e Fe);
- vidro (silicatos de sódio e de cálcio), etc.

Em seguida, o professor pode apresentar os postulados de Kekulé e, posteriormente, recordar os tipos de orbitais, introduzindo a ligação covalente que envolve os orbitais.

Hibridização

Sugestões de abordagem

O professor pode apresentar a distribuição eletrônica do carbono



e explicar que os dois elétrons desemparelhados só permitiriam ao carbono fazer duas ligações – por exemplo, originando o “CH₂”. Sabemos, contudo, que o composto mais simples entre carbono e hidrogênio é o CH₄; logo, temos de concluir que o carbono deve apresentar 4 elétrons desemparelhados. Pode-se

mostrar, então, a existência de um novo modelo, explicando inicialmente a promoção do elétron e, posteriormente, a teoria da hibridização dos orbitais. Deve-se explicar a hibridização sp³ e as demais na mesma linha apresentada no texto teórico.

Algo a mais

Como um exercício para verificar a capacidade de interpretação de texto e a vivência dos alunos, o professor pode propor a leitura do material a seguir:

(*Almanaque da Folha*. Disponível em: <http://almanaque.folha.uol.com.br/ciencia_07jan1925.htm>. Acesso em: 3 jul. 2018. Publicado originalmente na *Folha da Manhã*, 7 jan. 1925. A grafia original foi mantida.)

Explore o texto *Como será a vida daqui a mil anos?* e algumas previsões presentes nele usando os trechos transcritos a seguir.

Ao simples contacto de um botão eléctrico, a raça humana se alimentará por um tubo conductor de alimentos synthetics.

1. Isso ocorre atualmente?
2. Como os astronautas se alimentam em um ônibus espacial?
3. Você acha que a situação descrita acima poderá ocorrer no futuro? Por quê?

O sabio inglez prevê ainda o desaparecimento dos grandes diários, que serão substituídos por livros, magazines illustrados e revistas especiaes, porque – continua Low – dentro de mil annos, pouco mais ou menos, com o premir de um simples botão eléctrico, receber-se-ão informações de todas as partes do mundo, o que não impedirá que, ao contacto de outro, se veja na tela-visão, que cada casa possuirá, ao mesmo tempo, uma corrida de cavallos em Belmont-Park, Longschamps ou

Paris, ainda que se resida numa Villa da America ou da Africa.

4. Essa previsão já foi confirmada?
5. Os jornais e livros tendem a ser substituídos pelo uso de computadores?
E as aeronaves não terão necessidade de motor porque receberão a energia de que carecem do calor solar, concentrado em gigantescas estações receptoras.
6. Essa previsão está próxima de ocorrer ou não?
7. O que é uma célula fotoelétrica?
8. Cite três modalidades de energia que você conhece.

Não se terá, também, necessidade de pensar no inverno, nem nas altas contas de consumo do carvão, porque a esse tempo o calor atmosférico será produzido artificialmente e enviado em derredor do planeta por meio de estações geratrizes, eliminando, entre outras molestias, os catarrhos e pneumonias, posto que, de primeiro de Janeiro a 31 de Dezembro, a temperatura seja a mesma – 70 graus Fahrenheit.

9. Qual era o combustível usado, na época do artigo, para o aquecimento doméstico?
10. De que maneira é obtida a energia térmica produzida pelos atuais aquecedores de ambiente?

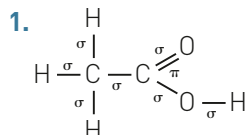
Fundamentando seus conhecimentos (p. 28)

1. A: 2 elétrons; B: 3 elétrons; C: 1 elétron.
2. Desconsiderando a teoria de hibridização de orbitais, o número de ligações covalentes efetuadas é o mesmo que o número de elétrons desemparelhados, uma vez que são estes os usados para compartilhamento na ligação química.
A: 2 ligações; B: 3 ligações; C: 1 ligação.
3. I. Interpenetração dos orbitais no mesmo eixo: sigma [σ].
II. Interpenetração lateral dos orbitais: pi [π].
III. Interpenetração dos orbitais no mesmo eixo: sigma [σ].
4. a) Sigma, do tipo σ_{s-s} .
b) Sigma, do tipo σ_{s-p} .
c) Sigma, do tipo σ_{p-p} e π .
d) Sigma, do tipo σ_{s-p} .
e) Sigma, do tipo σ_{p-p} .
f) Sigma, do tipo σ_{p-p} e 2 π .
g) Sigma, do tipo σ_{p-p} .
h) Sigma, do tipo σ_{p-p} .
i) Sigma, do tipo σ_{p-p} entre os átomos de N e entre os átomos de N e F; π entre os átomos de N.

A primeira ligação química (a ligação simples) covalente entre dois átomos é sempre com a interpenetração frontal dos orbitais, sendo, então, sempre do tipo sigma.

As segundas e terceiras ligações covalentes (ligação dupla e tripla) ocorrem com a interpenetração lateral dos orbitais, sendo então do tipo π .

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 28)



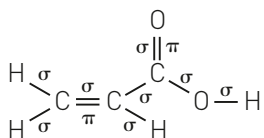
7 ligações σ

1 ligação π

Toda ligação simples é do tipo σ .

A ligação dupla é formada por 1 ligação σ e 1 ligação π .

2. Alternativa e.



8 ligações σ

2 ligações π

Toda ligação simples é do tipo σ .

A ligação dupla é formada por 1 ligação σ e 1 ligação π .

3. Alternativa a.

A ligação simples é sempre do tipo σ , enquanto a ligação dupla é formada por 1 ligação do tipo σ e 1 ligação π .

Na estrutura do mirceno encontram-se 3 ligações duplas, então existem 3 ligações π .

4. Alternativa c.

[I]. Correta; a ligação dupla é formada por 1 ligação σ e 1 ligação π .

[II]. Correta.

[III]. Incorreta.

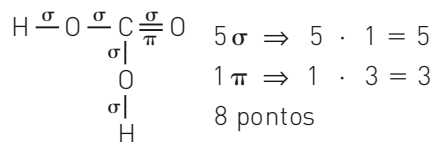
[IV]. Incorreta.

[V]. Correta; toda ligação simples é do tipo σ .

5. Alternativa correta: 08.

A ligação tripla é formada por 1 ligação do tipo σ e 2 ligações do tipo π .

6. $8 + 8 + 7 + 8 + 4 = 35$



$$2\sigma \Rightarrow 2 \cdot 1 = 2$$

$$2\pi \Rightarrow 2 \cdot 3 = 6$$

8 pontos

$$1\sigma \Rightarrow 1 \cdot 1 = 1$$

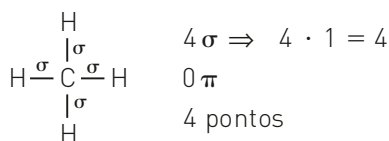
$$2\pi \Rightarrow 2 \cdot 3 = 6$$

7 pontos

$$2\sigma \Rightarrow 2 \cdot 1 = 2$$

$$2\pi \Rightarrow 2 \cdot 3 = 6$$

8 pontos



$$4\sigma \Rightarrow 4 \cdot 1 = 4$$

0 π

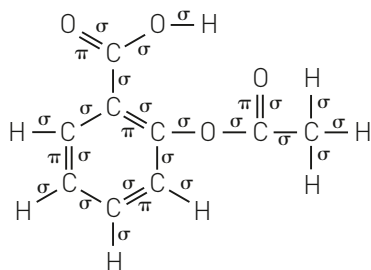
4 pontos

Desafiando seus conhecimentos (p. 29)

1. Alternativa d.

A figura mostra a interpenetração de dois orbitais de forma frontal no eixo P_x , indicando 1 ligação σ , e 2 interações laterais, nos eixos P_y e P_z , indicando 2 ligações π . Trata-se então de 1 ligação tripla, que ocorre entre dois átomos de nitrogênio na molécula de N_2 .

2. 21 ligações σ
5 ligações π



3. Alternativa c.

Toda ligação dupla é formada por 1 ligação do tipo σ e 1 ligação do tipo π .

Na molécula do corante existem 9 ligações duplas e, portanto, 9 ligações π .

4. Alternativa c.

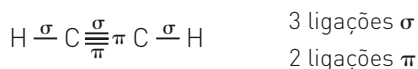
[I]. Correta; toda ligação simples é do tipo σ .

[II]. Correta; as ligações simples são do tipo σ . A ligação dupla é formada por 1 ligação σ e 1 ligação π .

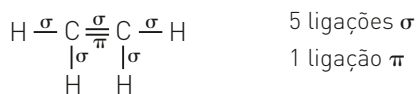
[III]. Incorreta; a ligação tripla corresponde a 1 ligação σ e a 2 ligações π . O carbono 2 faz então 2 ligações σ e 2 ligações π .

[IV]. Correta.

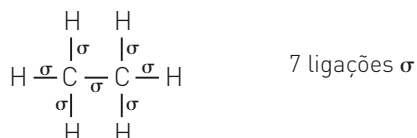
5.a) Acetileno:



Eteno:



Etano:

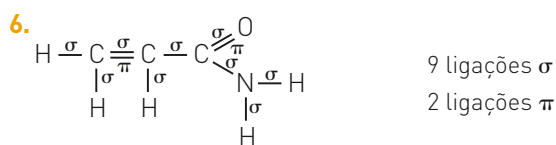


A ligação simples é sempre do tipo σ .

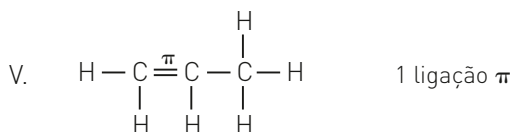
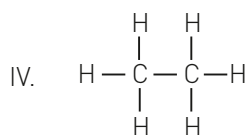
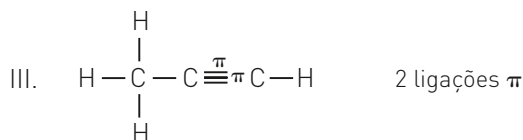
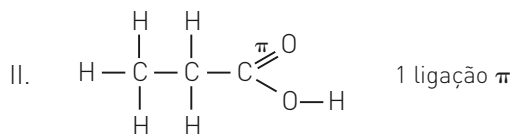
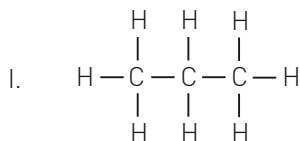
A ligação dupla é formada por 1 ligação σ e 1 ligação π .

A ligação tripla é formada por 1 ligação σ e 2 ligações π .

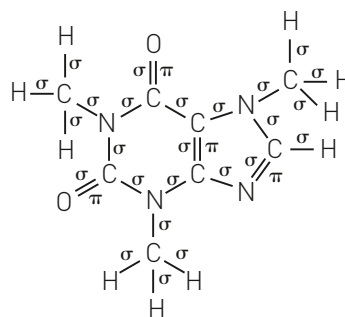
b) Rompeu-se 1 ligação π , formando 2 ligações σ .



7. Alternativa d.



8. Alternativa a.



São 4 ligações do tipo π ; portanto, são 8 elétrons compartilhados nesse tipo de ligação.

Leia, analise e responda - Efeito estufa e o crescimento de plantas (p. 31)

1. 35 °C.

2. Em 1870 a concentração de CO₂ era de 290 ppm, assim, de acordo com o gráfico, a espécie que apresentará maior taxa de fotossíntese sob essas condições será o milho.

3. A taxa de fotossíntese aumentaria, pois a intensidade da luz seria maior.

4. Carbono, hidrogênio e oxigênio.



[p. 34]

A resposta é não, uma vez que, apesar da elevada taxa de fotossíntese, devido à grande densidade vegetal da floresta, o consumo de gás oxigênio no processo de respiração celular também é elevado. A expressão pulmão do mundo seria mais adequada ao tratarmos do fitoplâncton.

Complemento (p. 40)

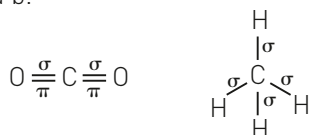
1. Alternativa d.

A hibridização do tipo sp^2 utiliza 1 orbital s e 2 orbitais p, formando 3 híbridas sp^2 que estabelecem 3 ligações σ . O orbital p não hibridizado estabelece 1 ligação do tipo π .

2. Alternativa d.

Os carbonos que estabelecem apenas ligações simples estão hibridizados na forma sp^3 . O carbono que possui 1 ligação dupla está hibridizado na forma sp^2 .

3. Alternativa b.



No metano, o carbono faz 4 ligações simples (do tipo σ) e está hibridizado com sp^3 , sendo que esses 4 orbitais híbridos estão ligados com o orbital s do hidrogênio.

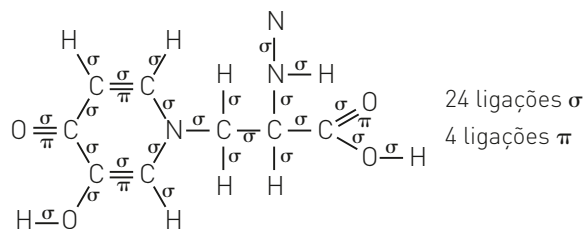
4. Alternativa b.

O carbono que faz 1 ligação dupla utiliza 1 orbital s com 2 orbitais p para formar 3 orbitais híbridos sp^2 com os quais estabelece ligações σ . O orbital p restante é utilizado para estabelecer 1 ligação do tipo π .

5. a) 1. sp^2 ; 2. sp^2 ; 3. sp^2 ; 4. sp^2 ; 5. sp^2 ; 6. sp^3 ; 7. sp^3 ; 8. sp^2

Os átomos de carbono que só fazem ligações simples estão hibridizados como sp^3 ; os que fazem 1 ligação dupla estão hibridizados como sp^2 .

b)



6. a) $C_{19}H_{26}O$

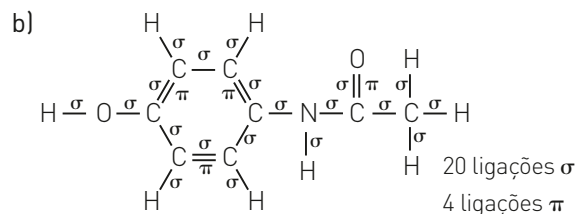
b) 6 ligações π ; cada ligação dupla é formada por 1 ligação σ e 1 ligação π .

c) 11 carbonos com hibridização sp^2 (os que fazem ligação dupla).

7. Alternativa b.

No metano, o átomo de carbono utiliza seu orbital s e seus 3 orbitais p para formar 4 híbridos do tipo sp^3 , que estabelecerão ligações σ com o orbital s dos átomos de hidrogênio.

8. a) Os carbonos que fazem ligações simples estão hibridizados como sp^3 e os que fazem ligações duplas, como sp^2 .

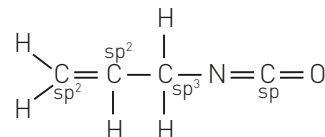


c) σ_{s-sp^2} entre o H e o carbono hibridizado em sp^2 (que faz ligação dupla).

σ_{sp^2-p} entre o carbono hibridizado em sp^2 com oxigênio.

σ_{s-sp^3} entre o hibridizado em sp^3 (que faz ligação simples) e o átomo de H.

9. Alternativa b.



10. a: $120^\circ \rightarrow$ carbono sp^2

b: $180^\circ \rightarrow$ carbono sp

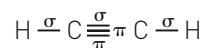
c: $120^\circ \rightarrow$ carbono sp^2

d: $109^\circ 28' \rightarrow$ carbono sp^3

11. Carbono 1: sp^2 (faz 1 ligação dupla).

Carbono 6: sp^3 (faz somente ligações simples).

12. Alternativas corretas: 02, 08 e 16; soma = 26 [01]. Incorreta; trata-se da molécula C_2H_2 .



[02]. Correta.

[04]. Incorreta; existe 1 ligação σ_{sp-sp} e 2 ligações π .

[08]. Correta.

[16]. Correta; o ângulo de ligação dos átomos hibridizados em sp é de 180° .

[32]. Incorreta; é do tipo σ_{s-sp} .

13. Alternativa b.

O silício faz 4 ligações simples, estando hibridizado em sp^3 , cujos ângulos medem $109^\circ 28'$.

14. Alternativa b.

A geometria do acetileno é do tipo linear e a ligação tripla entre os dois átomos de carbono (hibridizados em sp) é formada por 1 ligação σ e 2 ligações π .

15. [I] Falso; os 6 carbonos apresentam 1 ligação dupla e são híbridos do tipo sp^2 .

[II] Verdadeiro; esses 6 orbitais, unidos dois a dois, são os utilizados para formar a ligação π .

[III] Verdadeiro; os átomos de H estão ligados aos átomos de carbono sp^2 através da interação do seu orbital s em 1 ligação do tipo σ .

[IV] Verdadeiro; cada ligação dupla é formada por 1 ligação σ e 1 ligação π .

[V] Falso; são 12 ligações σ .

[VI] Verdadeiro.

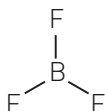
[VII] Falso; os 6 carbonos são insaturados (apresentam ligação dupla).

16. Alternativa b.

As 9 ligações duplas são formadas, cada uma, por 1 ligação σ e 1 ligação π , com carbonos híbridos em sp^2 , ângulos de 120° e fórmula molecular $C_{18}H_{18}$.

17.

[I] Falso; a geometria é trigonal plana.



[II] Verdadeiro.

[III] Verdadeiro; devido à geometria simétrica, os vetores momento de dipolo das ligações polares B — F se anulam e a molécula é apolar.

[IV] Falso; a hibridização é do tipo sp^2 .

[V] Verdadeiro.

18. [01] Correto.

[02] Incorreto; os 12 átomos de carbono fazem 1 ligação dupla e estão hibridizados com sp^2 .

[04] Correto; o oxigênio é um elemento mais eletronegativo e atrai os elétrons com mais força.

[08] Incorreto; é um agente mutagênico, conforme o texto.

[16] Incorreto; 1 m^3 corresponde a 1000 litros e, assim, a concentração estaria abaixo do valor permitido.

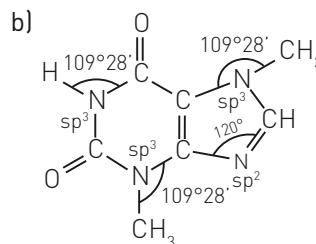
19. Como cada átomo de carbono está ligado a outros 3 átomos, este faz 1 ligação dupla e 2 ligações simples, estando então hibridizados na forma sp^2 .

20. Alternativa d.

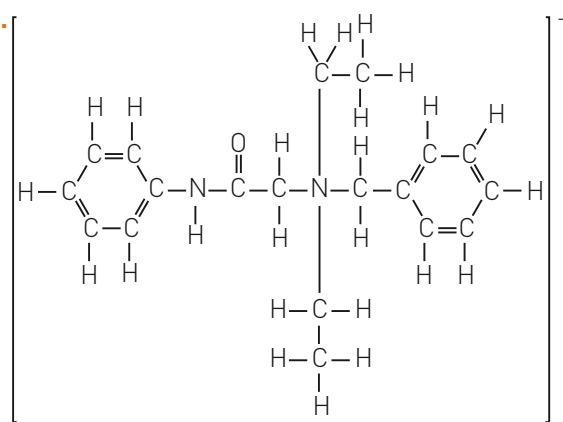


Essas moléculas estão hibridizadas em sp^2 , com geometria angular e polar.

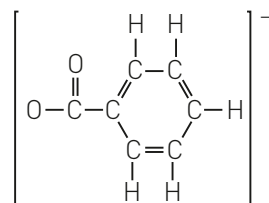
21. a) Os átomos de N que fazem apenas ligações simples estão hibridizados na forma sp^3 , sendo que um dos orbitais aloja o par eletrônico não ligante. O átomo de nitrogênio que faz ligação dupla está hibridizado na forma sp^2 , sendo que um orbital p puro é usado na ligação π e um sp^2 aloja o par não ligante.



22.



Os carbonos dos anéis e o ligado ao oxigênio estão hibridizados em sp^2 ; os demais, em sp^3 .



Todos os carbonos no ânion são do tipo sp^2 .

23. Alternativa a.

Objetivos do capítulo

- Conhecer os principais elementos que podem estar presentes nos compostos orgânicos: oxigênio, nitrogênio, halogênios (F, Cl, Br e I) e enxofre;
- associar o número de átomos de carbono ligados entre si com a classificação do carbono primário, secundário, terciário ou quaternário;
- classificar as cadeias carbônicas.

Sugestões de abordagem

O professor pode discutir algumas propriedades dos compostos orgânicos, como a combustibilidade e a solubilidade dos derivados do petróleo (apolares). Se achar conveniente, explicar que o álcool comum apresenta, em sua estrutura, uma parte polar e outra apolar, permitindo que se dissolva na água e na gasolina.

A seguir, pode-se apresentar a propriedade do encadeamento, classificar os tipos de carbono e relacionar os tipos de ligações presentes nas estruturas.

O professor pode apresentar os tipos de cadeias conforme o exposto no texto, explorando o quadro que contém a classificação delas.

Algo a mais

Fontes marinhas podem ter criado a vida

Fósseis indicam que “chaminés” de água quente no fundo do mar continham micro-organismos há 3,2 bilhões de anos.

Fósseis de micróbios com 3,2 bilhões de anos encontrados na Austrália indicam que a vida na Terra pode ter surgido em uma das regiões mais inóspitas do planeta – em fontes de água fervendo no fundo do mar.

O pesquisador Birger Rasmussen, da Universidade da Austrália Ocidental, em Nedlands, encontrou filamentos microscópicos em rochas contendo sulfetos (um tipo de composto de enxofre) na formação geológica de Pilbara, no noroeste australiano.

Essa é a primeira evidência da existência de micro-organismos que viveram nas chamadas fontes hidrotermais do leito oceânico na Era Pré-Cambriana, que durou cerca de 4 bilhões de anos e terminou há aproximadamente 570 milhões de anos.

A descoberta recua em 2,7 bilhões de anos a existência desses seres extremamente resistentes.

Alguns vivem em temperaturas altas e com poucos nutrientes.

As fontes hidrotermais surgem de fendas vulcânicas no fundo do mar, por onde sobe magma (rocha líquida e incandescente). A água dessas fontes é rica em enxofre e, em certos pontos, a temperatura atinge 350 °C. A água mais morna em torno permite a existência de colônias de micróbios.

A região de Pilbara contém rochas muito antigas, do chamado Arqueano ou Arqueozoico, o momento mais distante da história geológica da Terra.

Nessa mesma região foram encontrados restos fósseis do colesterol de micróbios que morreram há 2,7 bilhões de anos, sendo esses os mais antigos seres eucariontes (formados por apenas uma célula, mas que já apresentam um núcleo, envolvido por uma membrana, que contém o material genético).

As formas de vida mais antigas conhecidas são fósseis de bactérias de 3,5 bilhões de anos de idade. Também existe evidência indireta, na forma de vestígios do elemento carbono, de que a vida já existia no planeta há 3,7 bilhões de anos.

Os fósseis achados agora estão descritos por Rasmussen em um artigo na edição de hoje da revista científica britânica *Nature*. Eles têm a forma de filamentos microscópicos, que o pesquisador acredita serem restos de seres procariontes (formados por uma só célula e que não têm um núcleo separado por membrana).

Vida submersa

A descoberta mostra que havia uma grande variedade de formas de vida no Pré-Cambriano, incluindo ancestrais dos modernos vegetais – seres já capazes de fazer fotossíntese (criar compostos orgânicos por meio da luz do Sol).

Não se sabe ainda qual ser poderia ter surgido primeiro – se aqueles capazes de fotossíntese ou micróbios vivendo na escuridão do fundo do mar.

A evidência desses fósseis, 2,7 bilhões de anos mais antigos do que se conhecia, dá novo apoio à hipótese de que os seres vivos surgiram em torno das fontes hidrotermais.

Essa hipótese é baseada na análise do material genético de semelhantes organismos “termófilos” (capazes de viver em temperaturas elevadas) existentes atualmente. A maioria dos cientistas acredita que essa análise mostra que os micróbios do fundo do mar teriam surgido antes.

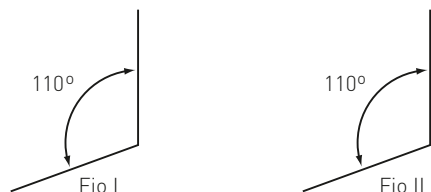
NETO, Ricardo Bonalume. Fontes marinhas podem ter criado a vida. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe0806200001.htm>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

A hibridização sp^3

Com o auxílio de dois pedaços de fios de cobre ou arame, podemos criar um modelo que nos permite visualizar a orientação espacial dos orbitais híbridos do tipo sp^3 para o átomo de carbono.

Esse modelo deve ser construído segundo o esquema a seguir:

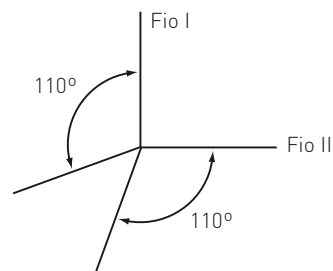
1. Dobre dois fios de comprimento igual a 10 cm pelo meio, formando um ângulo de aproximadamente 110° :



2. Faça a união dos fios pelos vértices obtidos na dobra, de maneira que as pontas dos dois fios ocupem planos perpendiculares no espaço. Para unir os fios, use linha, cola ou solda. Nesse modelo,

o núcleo do átomo de carbono estaria situado no centro e as pontas dos fios corresponderiam às suas valências.

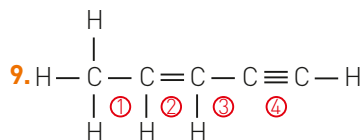
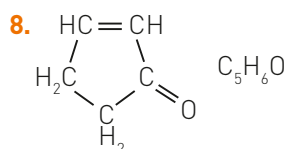
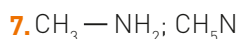
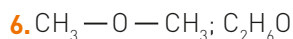
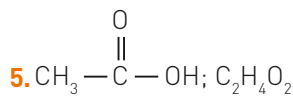
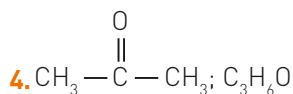
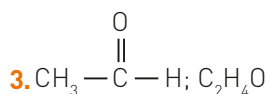
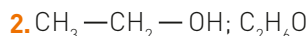
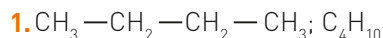
Se você deixar esse modelo cair no chão, irá notar que uma das extremidades sempre estará voltada para cima. Por esse motivo, durante a Segunda Guerra Mundial, a resistência francesa espalhava objetos com esse formato nas ruas, mas com as extremidades afiadas, para furar os pneus dos veículos alemães.



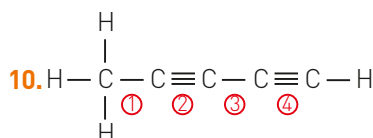
(p. 47)

Gás hidrogênio.

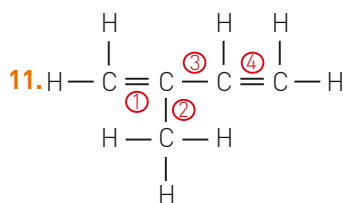
Fundamentando seus conhecimentos (p. 57)



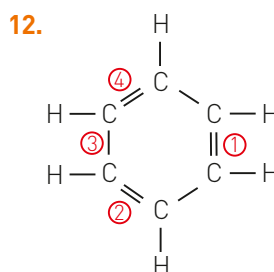
1 – simples; 2 – dupla; 3 – simples; 4 – tripla



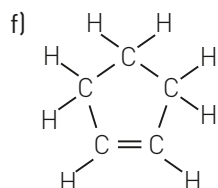
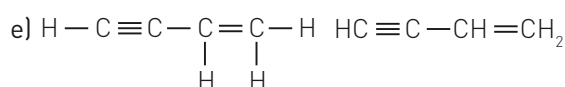
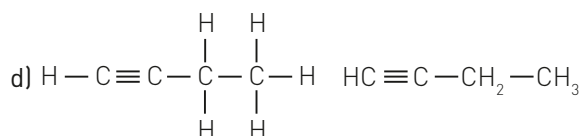
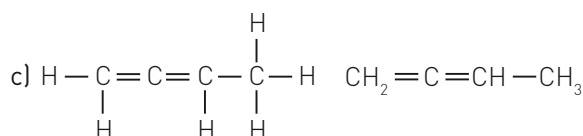
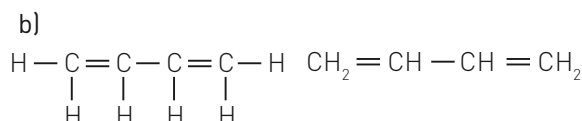
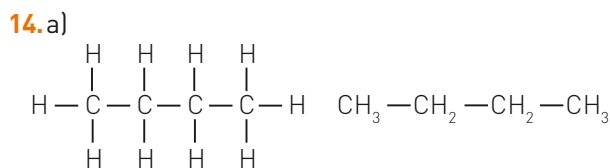
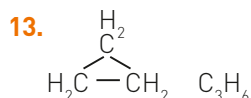
1 – simples; 2 – tripla; 3 – simples; 4 – tripla



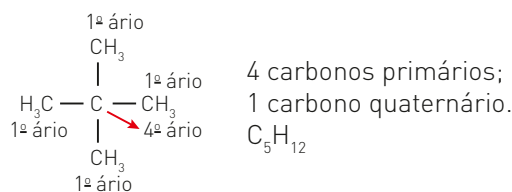
1 – dupla; 2 – simples; 3 – simples; 4 – dupla



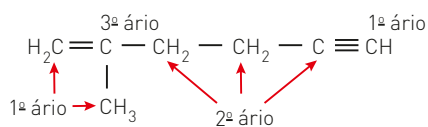
1 – dupla; 2 – dupla; 3 – simples; 4 – dupla



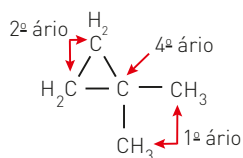
15. [I]



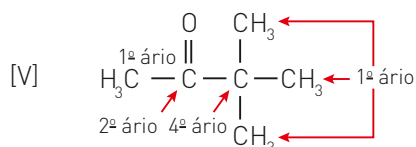
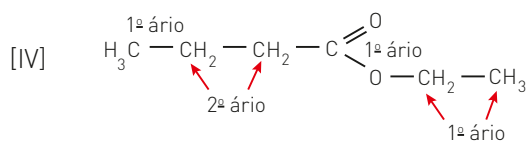
[II]



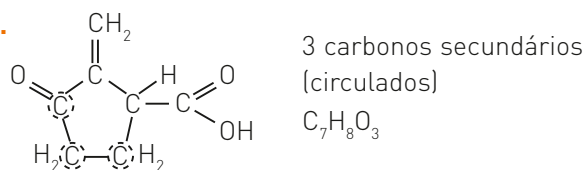
[III]



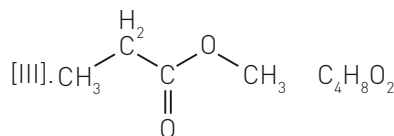
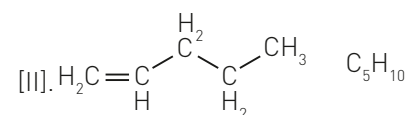
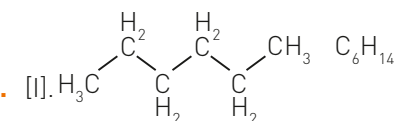
1 carbono quaternário.



16.



17. [I].



18.

[I] aberta; normal; saturada; heterogênea.

[II] aberta; normal; saturada; heterogênea.

[III] aberta; ramificada; insaturada; homogênea.

[IV] aberta; normal; insaturada; homogênea.

[V] fechada; não aromática; insaturada; homogênea; mononuclear.

[VI] fechada; não aromática; saturada; homogênea; mononuclear.

[VII] fechada; aromática; insaturada; homogênea; mononuclear.

[VIII] fechada; aromática; insaturada; homogênea; polinuclear.

19. Aberta; normal; saturada; homogênea.

20. Aberta; ramificada; insaturada; homogênea.

21. Aberta; ramificada; insaturada; homogênea.

22. Aberta; normal; saturada; heterogênea.

23. Cíclica; não aromática; normal; insaturada; homogênea.

24. Cíclica; aromática; normal; insaturada; homogênea.

25. Mista; aromática; ramificada; insaturada; heterogênea.

26. Apenas III.

[I] alifática; normal; saturada; homogênea.

[II] alifática; normal; saturada; heterogênea.

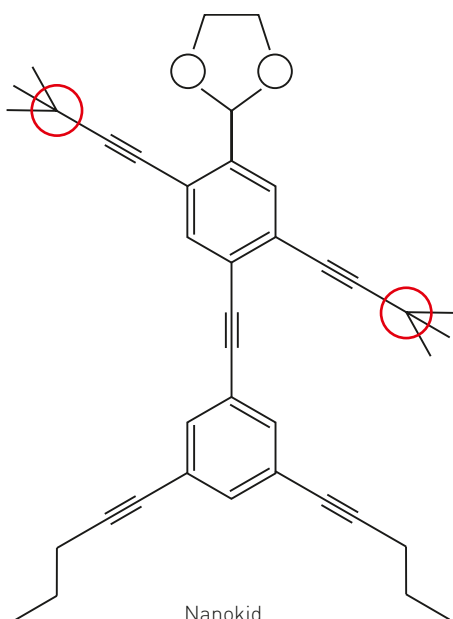
[III] alifática; normal; insaturada; heterogênea.

[IV] alifática; normal; insaturada; homogênea.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 60)

1. Alternativa a.

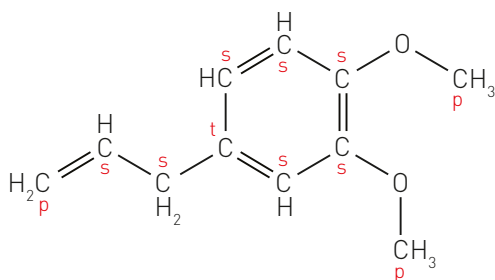
Para que um carbono seja considerado quaternário ele deve estar ligado a outros quatro carbonos, assim a parte do corpo onde aparecem esses carbonos quaternários são as mãos do *Nanokid*.



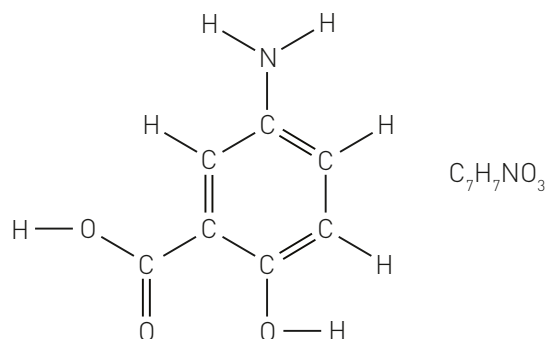
CHANTEAU, S. H.; TOUR, J. M. *The Journal of Organic Chemistry*, v. 68, n. 23, 2003 (adaptado).

2. Alternativa d.

Carbonos secundários são aqueles que se ligam a outros dois carbonos, assim existem 7 carbonos secundários na estrutura do eugenol.

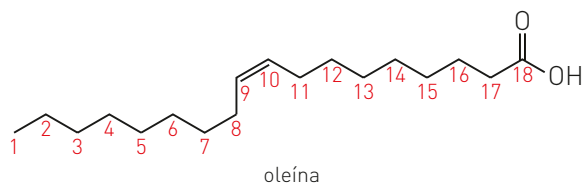


3. Alternativa a.



4. Alternativa b.

O número de átomos de carbono na estrutura da oleína é igual a 18.



5. Alternativa b.

A cadeia carbônica da essência de abacaxi é aberta, não ramificada, apresenta ligações simples e heteroátomo "O" entre os carbonos.

6. Alternativa b.

A cadeia carbônica do linalol é aberta, possui um heteroátomo "O", ramificações e ligações duplas entre carbonos.

7. Alternativa e.

A cadeia do mirceno é aberta, não possui heteroátomos em sua estrutura e possui ligações duplas entre os carbonos.

8. [I] Normal, insaturada e homogênea.

[II] Normal, saturada e homogênea.

[III] Normal, saturada e heterogênea.

[IV] Ramificada, insaturada e heterogênea.

9. Alternativa b.

A cadeia carbônica do EDTA é aberta, possui apenas ligações simples e heteroátomos entre carbonos.

10. Alternativa c.

A cadeia principal é classificada como insaturada, pois apresenta dupla-ligação entre os átomos de carbono; apresenta 2 ramificações e não apresenta heteroátomo; sendo, portanto, homogênea.

11. Alternativa c.

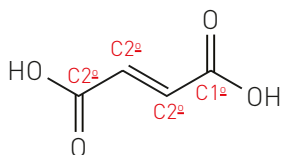
A cadeia é saturada (apresenta apenas ligações simples), aberta, apresenta 3 ramificações e é homogênea (não apresenta heteroátomo na cadeia principal).

12. Alternativa c.

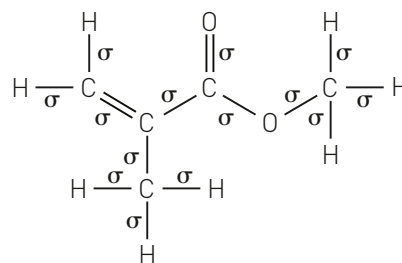
A N-haloamina tem cadeia carbônica heterogênea, pois possui ligações heteroátomo entre carbonos, possui ramificações e apenas ligações simples entre carbonos.

13. Alternativa c.

A estrutura do ácido fumárico possui cadeia carbônica insaturada. O número de carbonos primários e secundários é ilustrado abaixo:



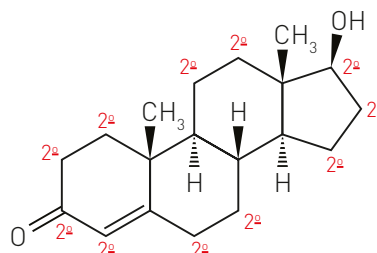
14. Alternativa e.



A fórmula molecular do composto será: C_5H_{12} com 14 ligações tipo sigma (σ).

15. Alternativa d.

A partir da estrutura da testosterona, temos:



Logo, em sua estrutura, temos 11 carbonos secundários.

16. Alternativas corretas: 04 e 08.

17. Alternativa d.

Acíclicos (cadeia aberta): 1 e 2.

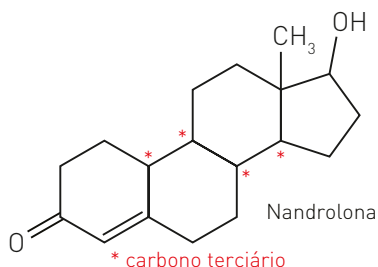
Monocíclico (apenas um anel): 4 e 5.

Bicíclico (dois anéis): 3 e 6.

Desafiando seus conhecimentos (p. 63)

1. Alternativa a.

2. Alternativa d.

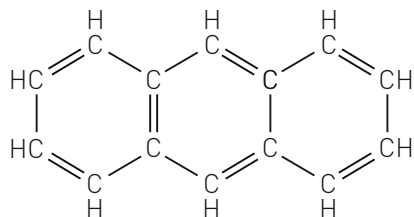
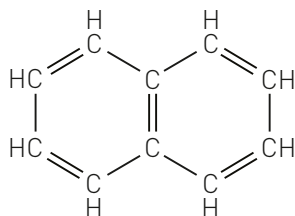
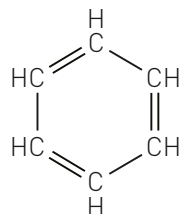


Carbono terciário é aquele ligado a outros 3 átomos de carbono e, nesse caso, ele deverá possuir hibridização do tipo sp^3 , ou seja, deverá possuir apenas ligações simples.

3. Alternativa e.

4. Alternativa c.

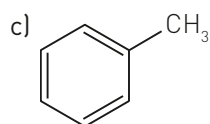
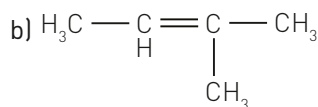
5. Alternativa d.



6. Alternativa c.

Fórmula molecular: $C_{16}H_{10}N_2O_2$

7. a) H_3C-CH_3

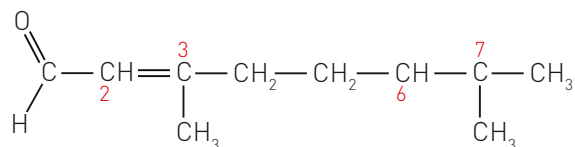


8. Alternativa e.

Teremos: $C_{11}H_6N_2O$

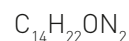
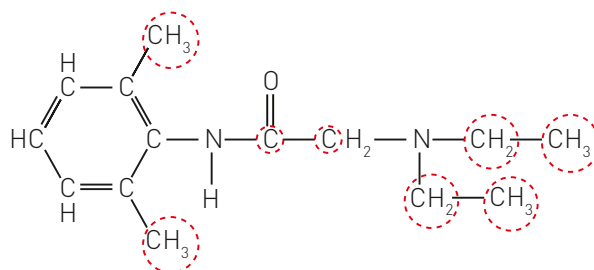
E 22 ligações σ .

9. Alternativa c.



Cadeia aberta, insaturada (carbonos 2 e 6), homogênea e ramificada (carbonos 3 e 7).

10. Alternativas a e c.



Apresenta 7 carbonos insaturados (que fazem ligação dupla) e 8 carbonos primários (circulados).

11. Alternativa d.

[I] Correta.

[II] Incorreta. Apenas dois carbonos terciários.

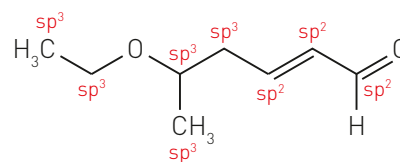
[III] Correta. A partir dos grupos $N-H$ e $O-H$.

[IV] Correta. O anel benzênico.

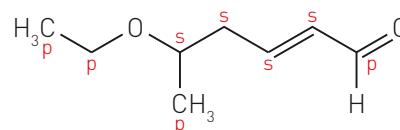
12. Alternativas corretas: 01, 02 e 04.

[01] Correta. O oxigênio que forma apenas ligações simples é um heteroátomo ($C-O-C$), ou seja, está ligado a outros dois átomos de carbono.

[02] Correta.

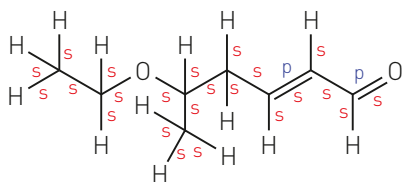


[04] Correta. O composto possui quatro carbonos primários (p).

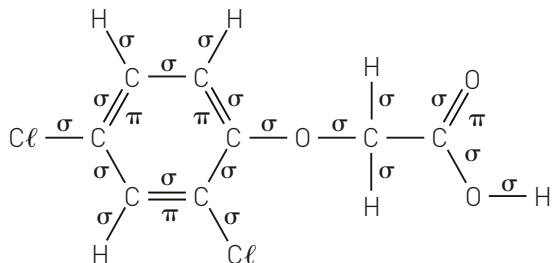


[08] Incorreta. A cadeia carbônica possui uma insaturação ($C=C$).

[16] Incorreta. A molécula possui 23 ligações sigma e 2 ligações pi.



13. Alternativa a.



18 ligações σ
4 ligações π

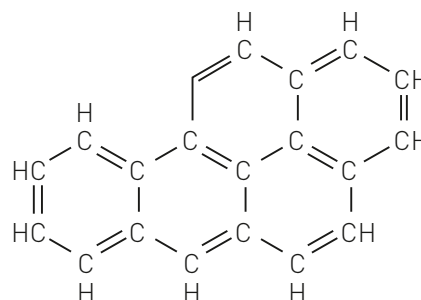
14. Alternativa a.

[I] Correta. A 8,10-dimetil-1-octalina é um hidrocarboneto alifático (não apresenta anel aromático), insaturado (apresenta uma ligação dupla).

[II] Incorreta. A geosmina apresenta dois homociclos (formados apenas por carbonos), saturados (apresentam apenas ligações simples entre os átomos de carbono).

[III] Incorreta. O primeiro composto apresenta dois carbonos quaternários (ligados a quatro outros átomos de carbono); o segundo composto apresenta um carbono quaternário.

15. Alternativa d.



$$\frac{C}{H} = \frac{20}{12} = \frac{5}{3}$$

16. Alternativa a.

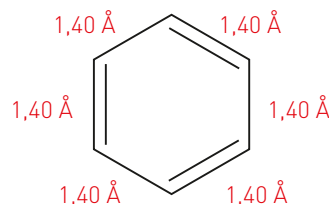
O benzopíreno é formado pela união de vários anéis benzênicos.

17. Alternativa d.

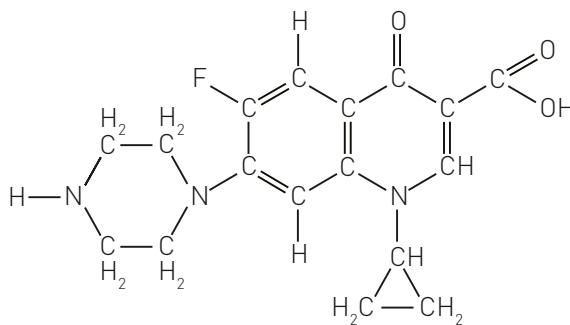
A distância entre C — C é 1,53 Å e a distância C = C é 1,30 Å.

A distância intermediária entre os átomos de carbono no benzeno é de 1,40 Å.

As ligações π são deslocalizadas.



18. a) $C_{17}H_{18}N_3O_3F$

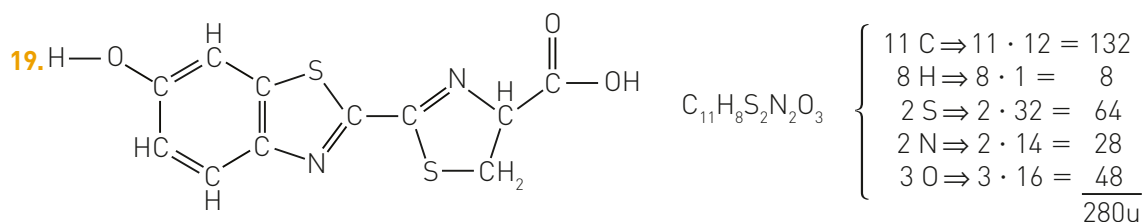


b) Massa molecular

$$\left\{ \begin{array}{l} 17 \text{ C} \Rightarrow 17 \cdot 12 = 204 \\ 18 \text{ H} \Rightarrow 18 \cdot 1 = 18 \\ 3 \text{ N} \Rightarrow 3 \cdot 14 = 42 \\ 3 \text{ O} \Rightarrow 3 \cdot 16 = 48 \\ 1 \text{ F} \Rightarrow 1 \cdot 19 = 19 \\ \hline 331 \end{array} \right.$$

$$\%C = \frac{17 \cdot 12}{331} \cdot 100\% = 61,6\%$$

A cadeia do dipeptídeo formado possui uma ramificação.



$$\%C \Rightarrow \frac{11 \cdot 12}{280} \cdot 100\% = 47,1\%$$

$$\%H \Rightarrow \frac{8 \cdot 1}{280} \cdot 100\% = 2,9\%$$

$$\%S \Rightarrow \frac{2 \cdot 32}{280} \cdot 100\% = 22,9\%$$

$$\%N \Rightarrow \frac{2 \cdot 14}{280} \cdot 100\% = 10\%$$

$$\%O \Rightarrow \frac{3 \cdot 16}{280} \cdot 100\% = 17,1\%$$



20. Metionina.

21. Alternativa a.

Leia, analise e responda - Peste bubônica (p. 68)

Comece, simplificadamente, situando os alunos no contexto da época na Europa. Fale um pouco do momento cultural e tecnológico do continente. Em seguida, pergunte sobre algumas superstições que eles possam conhecer para curar doenças e deixe bem claro que são apenas superstições e que é imprescindível procurar um médico para tratar qualquer enfermidade. Havendo possibilidade, compare vários pesticidas naturais ao controle biológico de pragas.

1. Aromática, mista, heterogênea e insaturada.
2. a) A fórmula molecular de ambas as substâncias apresentadas é: $C_{10}H_{12}O_2$.
b) A diferença entre as fórmulas estruturais dessas duas substâncias é a posição da dupla-ligação na parte alifática da molécula.
3. A partir do texto podemos afirmar que a função dos pesticidas naturais para as plantas é repelir predadores herbívoros, insetos e fungos.
4. Não. O isoeugenol na verdade protegia as pessoas das pulgas e ratos, estivessem eles infectados ou não pela bactéria responsável pela peste negra.
5. Provavelmente pela observação de que pessoas em contato com as sementes de noz-moscada diariamente eram menos propensas a se infectarem.
6. Pesquisa a ser realizada pelo aluno.

Unidade 2 – Funções orgânicas: hidrocarbonetos

Adotaremos o mesmo procedimento utilizado no estudo da Química Inorgânica para o estudo da Química Orgânica: apresentação geral da classificação dos compostos em funções e depois seu estudo particularizado junto com a linguagem que permite identificar os compostos, as fórmulas e os nomes.

Objetivos da unidade

- Identificar os hidrocarbonetos a partir das diferentes representações das suas estruturas;
- classificar os alquinos em falsos ou verdadeiros;
- relacionar as classes dos hidrocarbonetos com suas fórmulas gerais e vice-versa e aprender como deduzi-las;
- comparar as cisões homolíticas e heterolíticas;
- relacionar os grupos orgânicos substituintes como originados por cisões homolíticas;
- reconhecer fontes renováveis e não renováveis de energia;
- identificar os processos de formação das bacias petrolíferas;
- organizar as frações do petróleo segundo o tamanho de suas cadeias;
- associar a queima de combustíveis fósseis não renováveis com o processo de intensificação da chuva ácida;
- por meio do aspecto visual de uma chama, identificar diferentes combustões.

Ideias iniciais

Esta unidade tratará de um tema que proporciona muitas conexões com os saberes anteriores adquiridos pelos alunos, pois identifica as substâncias pertencentes à classe dos hidrocarbonetos, muito presentes em seu cotidiano, seja pelo seu uso diário ou por meio de informações veiculadas pela mídia. Os aspectos da utilização dos combustíveis fósseis, as reações de combustão e problemas oriundos desse uso serão examinados com abordagens contextualizadas, permitindo, portanto, inúmeras discussões.

É interessante iniciar a aula provocando os estudantes sobre o significado de recursos renováveis e não renováveis. Procure questioná-los a fim de que

percebam que os recursos não renováveis são finitos, daí a necessidade de pesquisas relacionadas a novas formas de obtenção de energia. Também é importante que os educandos percebam como utilizam a energia, introduzindo a ideia da economia, ou seja, do uso consciente, sem desperdício. Situar o Brasil no desenvolvimento de fontes renováveis pode colaborar para entenderem como as políticas públicas se inserem nesse contexto, principalmente as que se referem à agricultura familiar e ao agronegócio.

Pensando no meio ambiente, procure levantar questões relacionadas a energias limpas: o que são? Existe energia 100% limpa? Quais as matrizes energéticas brasileiras?

Entre uma discussão e outra, aproveite para introduzir novos conceitos, a fim de ampliar o repertório dos alunos e de favorecer a exposição de discursos mais elaborados sobre as mesmas questões iniciais. Note que a abrangência do tema é gigantesca, propiciando abordagens interdisciplinares e possibilitando a proposta de um debate entre estudantes e professores de diferentes disciplinas. Esse poderia também ser um momento para avaliar seus estudantes em relação à consistência nas argumentações, postura diante do confronto, aceitação do diferente, contra-argumentação, etc.

Ressaltando as necessidades energéticas, aborde o petróleo desde sua formação e refino até seu transporte. Acreditamos que, com essas informações, cada professor, de acordo com o perfil de sua sala, poderá enriquecer suas aulas com discussões mais aprofundadas sobre questões energéticas e conflitos mundiais, e apresentar novas opções de profissões ligadas a pesquisa, exploração, refino e distribuição desse combustível.

Material de apoio

Apresentamos a seguir sugestões para a ampliação dos temas abordados na unidade e, eventualmente, para subsidiar você com relação às pesquisas solicitadas aos alunos. É altamente recomendável que, caso pretenda compartilhar essas sugestões com seus alunos, você tenha acesso prévio a elas, para avaliar sua adequação, principalmente quando se tratar de conteúdo de endereços eletrônicos não exclusivamente educativos (como é o caso do YouTube). Endereços eletrônicos acessados em 3 jul. 2018.

- Origem da vida na Terra pode estar no espaço – Revista *Veja*, 8 mar. 2013: <<http://veja.abril.com.br/noticia/ciencia/origem-da-vida-na-terra-pode-estar-no-espaco>>.
- Astrochemistry – notas de aula de Ewine F. van Dishoeck no Leiden Observatory em 2008 (em inglês): <<http://home.strw.leidenuniv.nl/~wehres/astrochem/>>.
- Petróleo – Petrobras: <<http://www.petrobras.com.br/pt/energia-e-tecnologia/fontes-de-energia/>>.
- Petróleo e derivados – Governo brasileiro: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2011/11/petroleo-e-derivados>>.
- As ameaças da nova geopolítica do petróleo – Ricardo Abramov, *Folha de S.Paulo*, 20 jul. 2012: <<http://www1.folha.uol.com.br/empreendedor-social/colunas/1122840-as-ameacas-da-nova-geopolitica-do-petroleo.shtml>>.
- O tênis nosso de cada dia – Santos, A. S.; Silva, G. G., *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 2, ago. 2009: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_2/02-QS-0908.pdf>.
- Uso de agrotóxicos, seus efeitos para a saúde e o ambiente e o uso de outras alternativas: <http://artigos.netsaber.com.br/resumo_artigo_8655/artigo_sobre_uso_de_agrotoxicos_seus_efeitos_para_a_saude_e_o_ambiente_e_o_uso_de_outras_alternativas>.
- Organoclorados: um problema de saúde pública: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v7n2/24690.pdf>>.
- Biorremediação: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agricultura_e_meio_ambiente/arvore/CONTAG01_68_410200710544.html>.
- Testes em animais ainda são um tabu na área da beleza – *Folha de S.Paulo*, 10 jul. 2012: <<http://www1.folha.uol.com.br/equilibrioesaude/1116406-testes-em-animais-ainda-sao-um-tabu-na-area-da-beleza.shtml>>.
- Comissão de ética animal: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252008000200016&script=sci_arttext>.
- Nicotina – entrevista com Drauzio Varella: <<http://drauziovarella.com.br/dependencia-quimica/nicotina/>>.
- Ecossistema – desmatamento: <<http://www.brasil.gov.br/sobre/meio-ambiente/ecossistema/desmatamento>>.
- Queimadas no Brasil: <http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar/index.php?option=com_content&view=article&id=890&Itemid>.
- O mar de amanhã, com as mudanças climáticas de hoje: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252010000300016&script=sci_arttext>.
- A Química no efeito estufa (discute as implicações do aumento do efeito estufa e explica suas bases químicas) – *Química Nova na Escola*, n. 8, p. 10: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc08/quimsoc.pdf>>.
- Biodiesel: possibilidades e desafios – *Química Nova na Escola*, n. 28, p. 3: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/02-QS-1707.pdf>>.

Capítulo 3 Classificação dos hidrocarbonetos

Objetivos do capítulo

- Reconhecer um hidrocarboneto;
- identificar as classes dos hidrocarbonetos: alcanos, alquenos, alquinos, alcadienos, cicloalcanos, cicloalquenos e aromáticos;
- a partir da fórmula estrutural, nomear os hidrocarbonetos de cadeia não ramificada;
- a partir do nome de um hidrocarboneto, escrever suas fórmulas estrutural e molecular;
- relacionar a principal fonte de aromáticos, a hulha, com os produtos obtidos na sua destilação gradativa.

Sugestões de abordagem

O professor pode apresentar o quadro utilizado para a nomenclatura dos compostos orgânicos, preocupando-se inicialmente com os hidrocarbonetos.

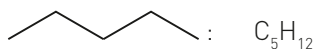
Dar a nomenclatura para os alcanos e deduzir sua fórmula geral, e assim sucessivamente com as demais classes de hidrocarbonetos, de acordo com o apresentado no texto.

Pode-se ainda ressaltar a importância e o uso de alguns hidrocarbonetos presentes no dia a dia.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 75)

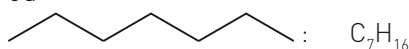
1. a) Pentano: $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
ou $\text{H}_3\text{C} - (\text{CH}_2)_3 - \text{CH}_3$

ou



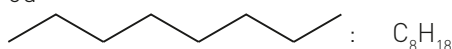
b) Heptano: $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
ou $\text{H}_3\text{C} - (\text{CH}_2)_5 - \text{CH}_3$

ou



c) Octano: $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
ou $\text{H}_3\text{C} - (\text{CH}_2)_6 - \text{CH}_3$

ou

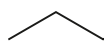


2. a) Nonano.

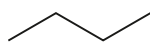
b) Hexano.

c) Heptano.

3. Alternativa c.



propano: C_3H_8



butano: C_4H_{10}

4. I. 12 átomos; II. 22 átomos.

Fórmula geral dos alcanos: $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$

I: $n = 5 \Rightarrow \text{C}_5\text{H}_{12} \therefore 12 \text{ H}$

II: $n = 10 \Rightarrow \text{C}_{10}\text{H}_{22} \therefore 22 \text{ H}$

5. Alternativa c.

Fórmula geral dos alcanos: $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$

$2n + 2 = 64 \therefore n = 31 \Rightarrow 31 \text{ C.}$

Conexão

Saúde (p. 76)

1. As células nervosas que conduzem os impulsos nervosos para o cérebro são os neurônios.

2. Os alcanos dissolvem os óleos naturais da pele devido à semelhança de polaridade entre tais

compostos. Os alcanos e os óleos naturais são compostos de característica apolar.

3. Luvas e máscaras de proteção.

4. Resposta pessoal do aluno.

EXPLORE SEU MUNDO (p. 79)

As respostas são pessoais e dependem da realização da atividade pelos alunos. No entanto, é importante comentar com eles o efeito de amadurecimento dos frutos provocado pelo etileno, um hormônio de amadurecimento vegetal.

a) Etileno.

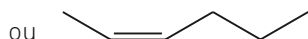
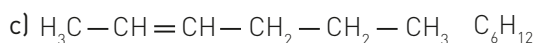
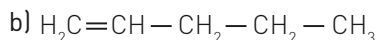
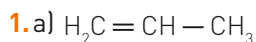
b) Utilizando o saco plástico, o etileno, que é um hormônio gasoso, não sofre dispersão pelo ambiente, acelerando, assim, o processo de amadurecimento.

c) Pode-se, por exemplo, embrulhar o abacate em folhas de jornal, de modo a evitar a dispersão do etileno, e, portanto, acelerando o processo de amadurecimento.

d) Provavelmente as frutas devem amadurecer mais rapidamente devido ao aumento da concentração de etileno.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 80)

Alquenos



2. I. 5 carbonos: (pent)

Insaturação: (en) no carbono 2

pent-2-eno

II. 6 carbonos: (hex)

Insaturação: (en) no carbono 1

hex-1-eno

III. 7 carbonos: (hept)

Insaturação: (en) no carbono 3

hept-3-eno

3. I. 6 carbonos: (hex)

Insaturação no carbono 1 $\Rightarrow$ hex-1-eno

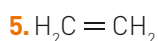
II. 8 carbonos: (oct)

Insaturação no carbono 2 $\Rightarrow$ oct-2-eno

4. Fórmula geral dos alquenos: C_nH_{2n} .

I: $n = 5 \Rightarrow 2n = 10 \therefore 10 \text{ H}$

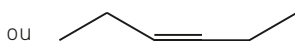
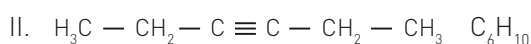
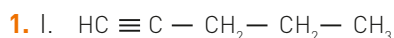
II: $n = 10 \Rightarrow 2n = 20 \therefore 20 \text{ H}$



6. Eteno; etileno.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 83)

Alquinos



2. I. 6 carbonos: (hex)

tripla no carbono 1

hex-1-ino

II. 9 carbonos: (non)

tripla no carbono 4

non-4-ino

3. I. 5 carbonos

tripla no carbono 1

pent-1-ino

II. 9 carbonos

tripla no carbono 2

non-2-ino

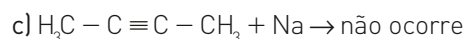
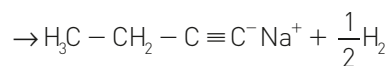
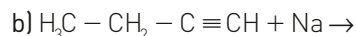
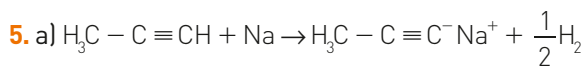
4. Fórmula geral dos alquinos: $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$.

I. $n = 5$

$2n - 2 = 8 \therefore 8 \text{ H}$

II. $n = 10$

$2n - 2 = 18 \therefore 18 \text{ H}$



Essa reação só ocorre com alquinos verdadeiros (1 H ligado ao C da tripla)

Fundamentando seus conhecimentos (p. 85)

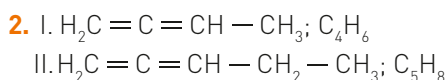
Alcadienos

1. I. propa-1,2-dieno ou, simplesmente, propadieno.

II. 5 C: pent

duplas nos carbonos 1 e 3

penta-1,3-dieno



3. I. 8 carbonos: (oct)
 dupla nos carbonos 1 e 2
 octa-1,2-dieno

- II. 7 carbonos: (hept)
 dupla nos carbonos 1 e 3
 hepta-1,3-dieno
 III. 7 carbonos: (hept)
 dupla nos carbonos 1 e 3
 hepta-1,3-dieno



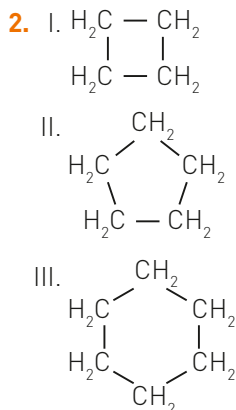
[p. 87]

A resposta é não. De modo semelhante ao que ocorre com o hexano, compostos cíclicos com 6 ou mais carbonos não são planos.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 88)

Cicloalcanos

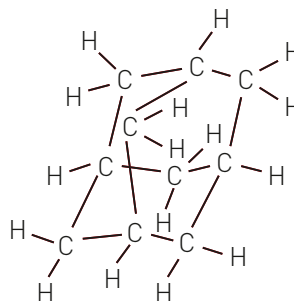
1. I. ciclobutano
 II. ciclopentano
 III. cicloexano



3. Fórmula geral dos cicloalcanos: C_nH_{2n} .

- I. C_4H_8
 II. C_5H_{10}
 III. C_6H_{12}

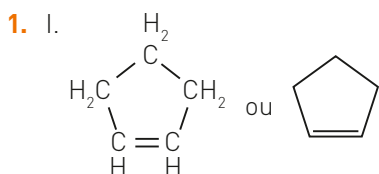
4. Alternativa c.



Não possui ligações π , apenas σ .

Fundamentando seus conhecimentos (p. 89)

Cicloalquenos

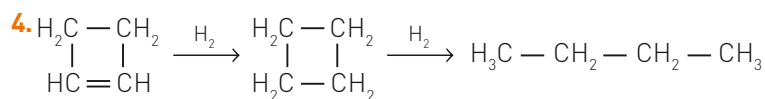


- II. ciclo-hexeno

2. Fórmula molecular: C_6H_{10} .
 Fórmula mínima: C_3H_5 .

3. 2 átomos de hidrogênio

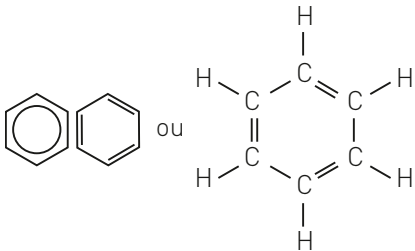
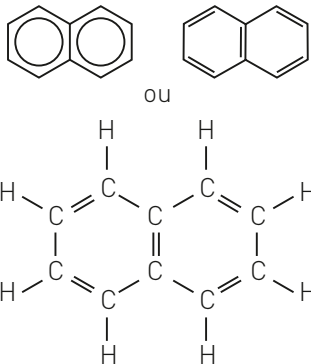
ciclobuteno $\xrightarrow[2]{\text{átomos de H}}$ ciclobutano

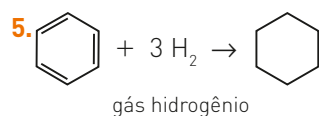


Fundamentando seus conhecimentos (p. 91)

Aromáticos

1. a 4.

Nome	Fórmula estrutural	Fórmula molecular	Fórmula mínima
Benzeno		C_6H_6	CH
Naftaleno		C_{10}H_8	C_5H_4



6. Benzeno.

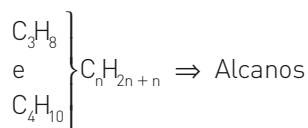
7. Redução de hematita (minério de ferro) em ferro metálico.

8. A fração líquida que contém a solução de compostos nitrogenados (águas amoniacais).

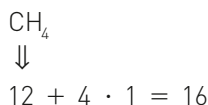
9. Aromáticos.

10. Os gases são adicionados para alertar sobre algum vazamento existente.
O monóxido de carbono é tóxico: CO.

1. Alternativa a.



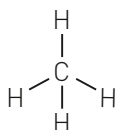
2. Alternativa d.



3. Alternativa a.

O principal componente do gás natural é o CH_4 .

4. a) O texto se refere ao metano

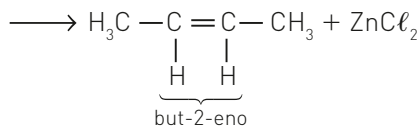
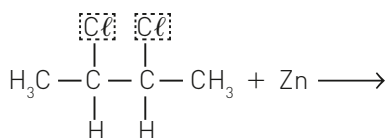


b) O metano possui menos contaminantes poluentes, como enxofre e materiais particulados, e emite menor quantidade de CO_2 por unidade de energia gerada.

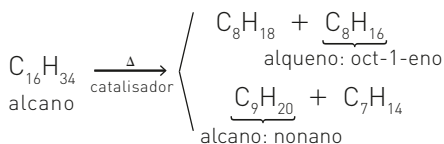
5. Alternativa a.

O eteno é o agente responsável pelo amadurecimento das frutas.

6. But-2-eno:

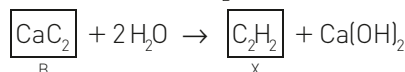
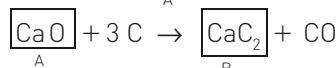
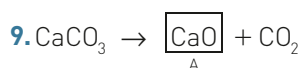


7. X = alqueno: oct-1-eno; Y = alcano: nonano



8. Alternativa a.

O modelo representa a molécula de etino ($\text{HC} \equiv \text{CH}$), pois tem três hastes que representam a ligação tripla entre carbonos.



10. Alternativa a.

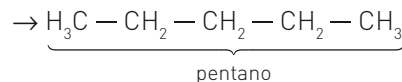
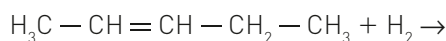
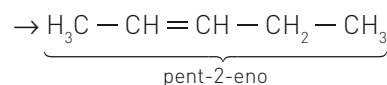
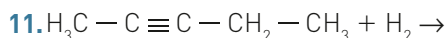
[I] Correta.

[II] Correta; garante o escoamento de água sobre o carvão de cálcio.

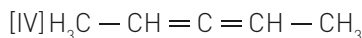
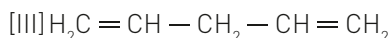
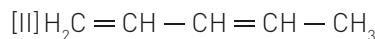
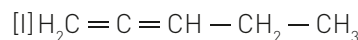
[III] Correta; o carvão se deposita no fundo do *Erlenmeyer*.

[IV] Correta; o cilindro cheio de água impede a perda do gás coletado.

[V] Correta.



12.



13.

[I] penta-1,2-dieno.

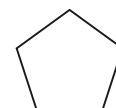
[II] penta-1,3-dieno.

[III] penta-1,4-dieno.

[IV] penta-2,3-dieno.

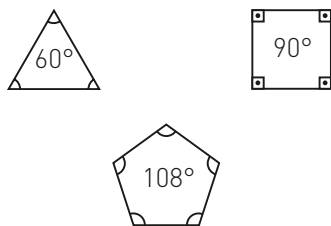
14.

ciclopropano ciclobutano ciclopentano



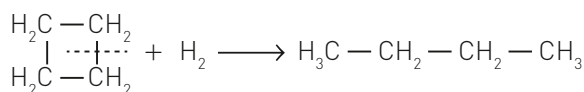
O composto que apresentará maior temperatura de ebulição será o ciclopentano, pois tem maior cadeia, maior estabilidade e maior massa molar; o composto que terá a menor temperatura de ebulição será o ciclopropano, pois tem menor número de carbonos.

15.

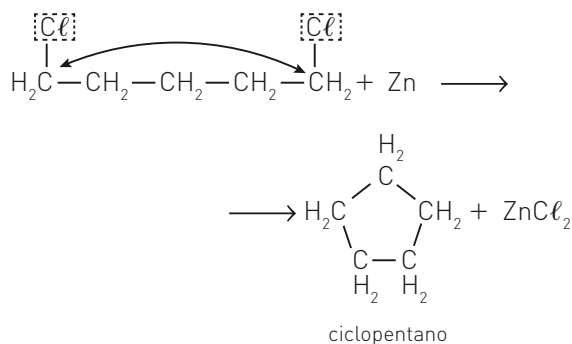


Banco de imagens/Arquivo da editora

16. Butano:

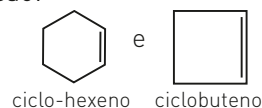


17. Ciclopentano:



18. Alternativa b.

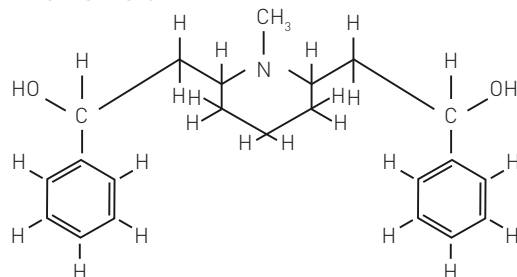
Os compostos aromáticos apresentam pelo menos um anel benzênico. Os dois compostos não aromáticos são:



19. Alternativa e.

A partir do alcatrão da hulha obtêm-se vários hidrocarbonetos aromáticos, como o naftaleno.

20. Alternativa e.



[I] Incorreta; só existem 2 anéis aromáticos.

[II] Correta; a fórmula molecular é $\text{C}_{22}\text{H}_{29}\text{O}_2\text{N}$.

[III] Correta.

Desafiando seus conhecimentos (p. 94)

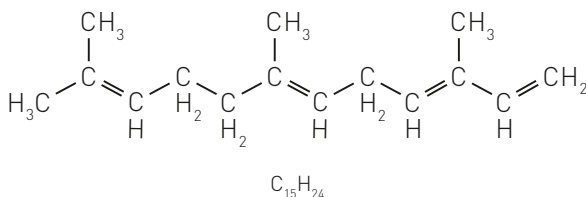
1. Cadeia aberta, linear, insaturada e homogênea.

2. hex-3-eno.

3. Fórmula molecular: C_6H_{12} ; fórmula mínima: CH_2 .

4. hexano.

5. Alternativa b.

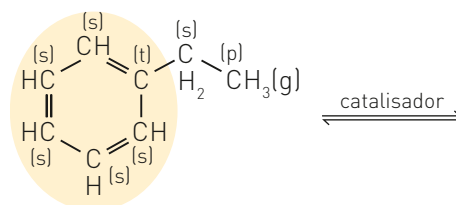
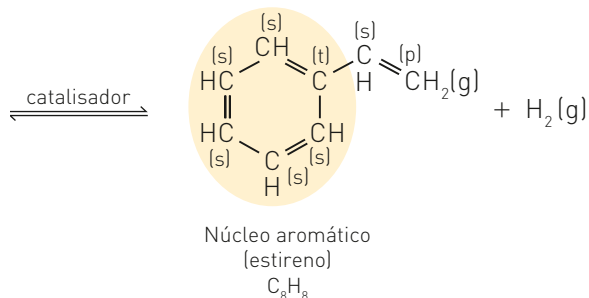
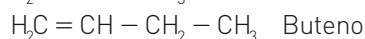
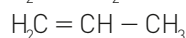
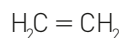
[I] A fórmula molecular do farneseno é $\text{C}_{15}\text{H}_{24}$.

[II] O farneseno é um hidrocarboneto acíclico (cadeia aberta), insaturado (apresenta ligações duplas).

[III] O farneseno apresenta sete carbonos secundários (ligados a outros dois átomos de carbono).

6. Alternativa a.

O etilbenzeno e o estireno não são isômeros e podem ser classificados como hidrocarbonetos aromáticos.

Núcleo aromático
(etilbenzeno)
 C_8H_{10} Núcleo aromático
(estireno)
 C_8H_8 7. Série C_nH_{2n} :

8. Alternativa b.

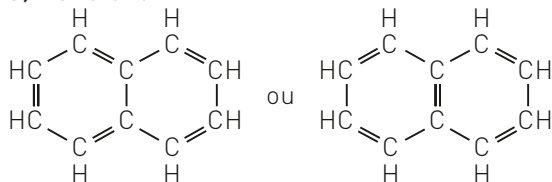
O metano é menos poluente que o petróleo e, atualmente, existem novas jazidas descobertas no Brasil e na Bolívia que estão sendo exploradas, aumentando sua oferta.

9. Alternativa d.

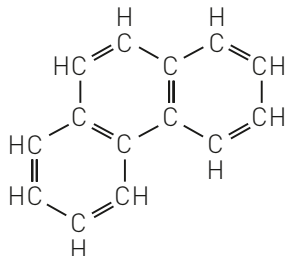
10. Alternativa a.

- [a] O desodorante aerossol possui em sua composição os gases: butano, isobutano e propano.
 [b] O extintor de incêndio possui o gás dióxido de carbono.
 [c] Gás de cozinha: mistura dos gases propano e butano.
 [d] O gás natural veicular ou gás natural é composto em sua maior parte pelo gás metano.
 [e] O gás refrigerante de geladeira: é o gás tetrafluoretano, usado atualmente, pois é isento de cloro e causa menos dano à camada de ozônio.

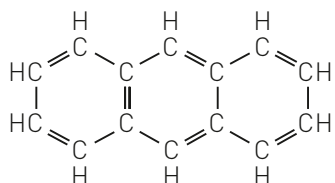
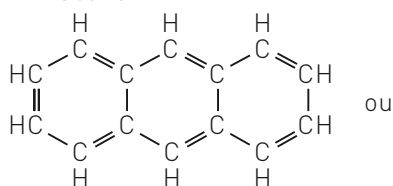
11. a) Naftaleno



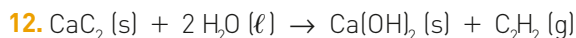
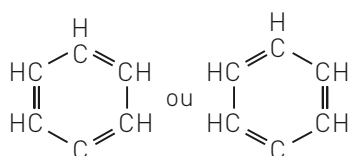
b) Fenantreno



c) Antraceno



d) Benzeno



$$\begin{cases} 1 \text{ mol} & 2 \text{ mol} \\ 74 \text{ g} & 2 \cdot 36,5 \text{ g} \\ 7,4 \text{ g} & x \end{cases}$$

$$x = 7,3 \text{ g}$$

$$\text{Solução de HCl} \begin{cases} 1 \text{ L} & 36,5 \text{ g} \\ x & 7,3 \text{ g} \end{cases}$$

$$x = \frac{7,3 \cdot 1}{36,5} = 0,2 \text{ L ou } 200 \text{ mL}$$

14. a) A reação ocorre com maior rapidez na lanterna II, que tem o carbureto finamente granulado, devido à maior superfície de contato. Como ocorre uma produção mais rápida de acetileno, sua queima apresenta a chama mais intensa.
 b) A lanterna II se apagará antes porque o carbureto reage com maior rapidez.

15. Alternativa c.

$$P = 0,5 \text{ atm} \quad PV = \frac{mRT}{M}$$

$$V = 24,6 \text{ L} \quad M = \frac{mRT}{PV}$$

$$m = 22 \text{ g} \quad M = \frac{22 \cdot 0,082 \cdot 300}{0,5 \cdot 24,6} = 44 \text{ g/mol}$$

$$M = ?$$

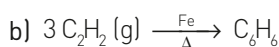
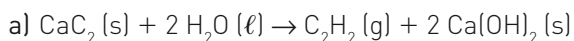
$$R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$T = 27^\circ\text{C} = 300 \text{ K}$$

Propano C_3H_8 :

$$\begin{cases} 3 \text{ C} \Rightarrow 3 \cdot 12 = 36 \\ 8 \text{ H} \Rightarrow 8 \cdot 1 = 8 \end{cases} \therefore \text{massa molar} = 44 \text{ g/mol}$$

16.



Substâncias colocadas inicialmente em	Parte da aparelhagem	
	A	água
	B	CaC_2
	C	Fe (cat.)
Substâncias formadas ou recolhidas em	D	água gelada
	B	Ca(OH)_2
	C	C_2H_2
	E	C_6H_6

17. Alternativa b.

Todo carbono presente no CO_2 veio do hidrocarboneto:

$$\text{CO}_2 \Rightarrow n = \frac{m}{M} = \frac{11,7 \text{ g}}{44 \text{ g/mol}} = 0,26 \text{ mol de CO}_2 \therefore 0,26 \text{ mol de C}$$

Todo hidrogênio presente na H_2O veio do hidrocarboneto:

$$\text{H}_2\text{O} \Rightarrow n = \frac{m}{M} = \frac{4,50 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 0,25 \text{ mol de H}_2\text{O}$$

$\therefore 0,50 \text{ mol de H}$

No hidrocarboneto, temos:

$$\frac{0,26 \text{ mol}}{0,26} \text{ C} : \frac{0,5 \text{ mol}}{0,26} \text{ H} \cong 1 \text{ mol C} : 2 \text{ mol H}$$

A fórmula mínima é CH_2 .

O número de H é o dobro do número de carbonos (fórmula geral C_nH_{2n}) e, assim, pode ser um alceno ou um cicloalcano.

Capítulo 4 Grupos orgânicos substituintes e radicais

Objetivos do capítulo

- Reconhecer e diferenciar um radical de um íon;
- identificar os grupos orgânicos substituintes derivados de hidrocarbonetos;
- relacionar os nomes IUPAC dos grupos com suas estruturas;
- identificar os grupos orgânicos.

Sugestões de abordagem

O professor pode apresentar as cisões homolítica e heterolítica, caracterizando a formação de radicais, grupos orgânicos e íons.

Em seguida, apresentar e enfatizar os grupos orgânicos monovalentes dos hidrocarbonetos.

OBSERVAÇÃO

- A International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) recomenda que a notação dos grupos orgânicos seja feita em ordem alfabética.

Os radicais mais comuns, em ordem alfabética, são:

butil, sec-butil, terc-butil, etil, isobutil, isopropil, metil, propil.

Essa notação não leva em conta os prefixos (di, tri, ...), que indicam quantidade de grupos orgânicos.

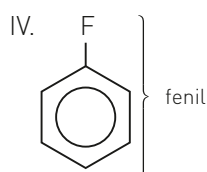
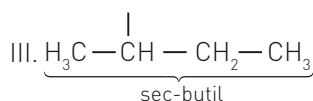
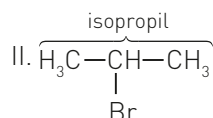
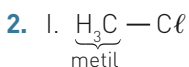
Fonte: Panico, R.; Powell, W. H.; Richer, J. C. *A Guide to IUPAC Nomenclature of Organic Compounds*. Traduzido pelos autores.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 99)

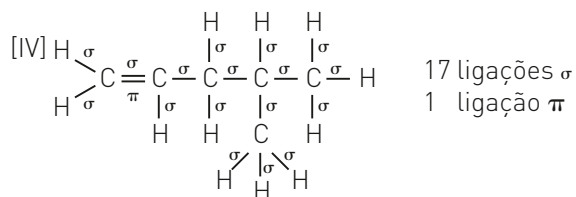
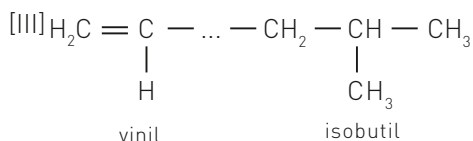
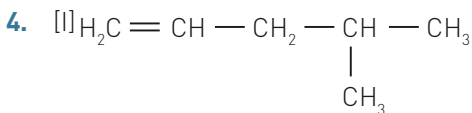
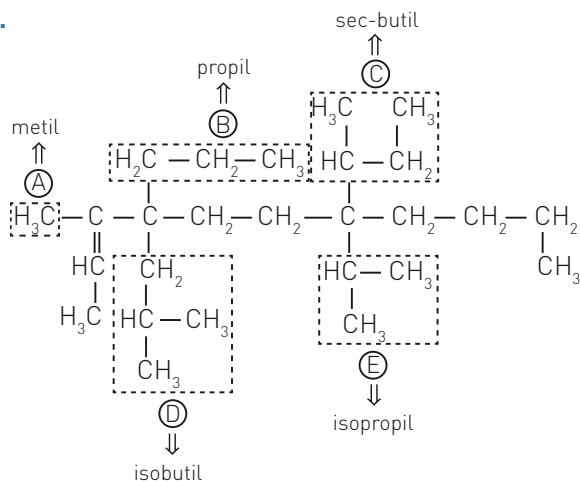
- a) isopropil.
b) butil.
c) fenil.
d) sec-butil.
e) vinil.
f) isobutil.
g) benzil.
h) terc-butil.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 100)

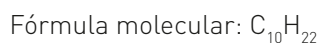
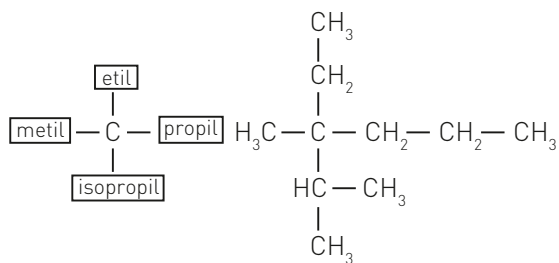
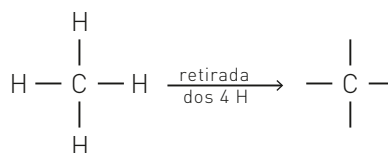
1. [I] metil
[II] etil
[III] vinil
[IV] terc-butil



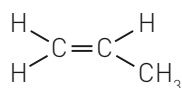
3.



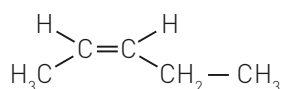
5. Fórmula estrutural:



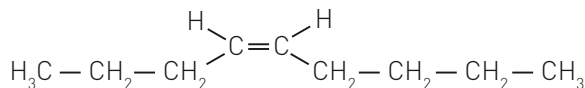
6. A. Propeno:



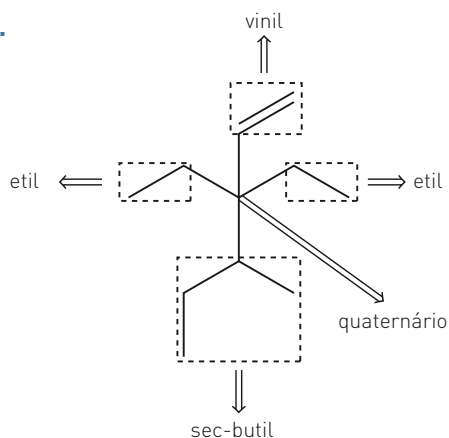
B. Pent-2-eno:



C. Non-4-eno:

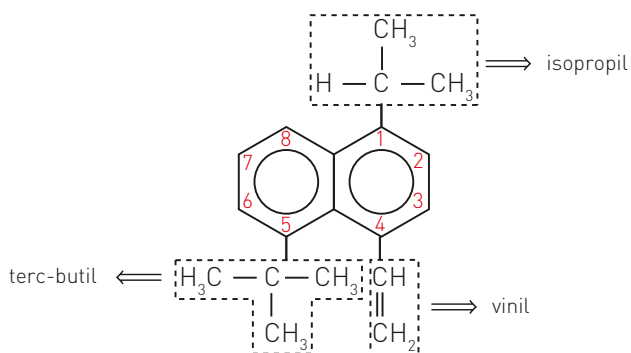


7.

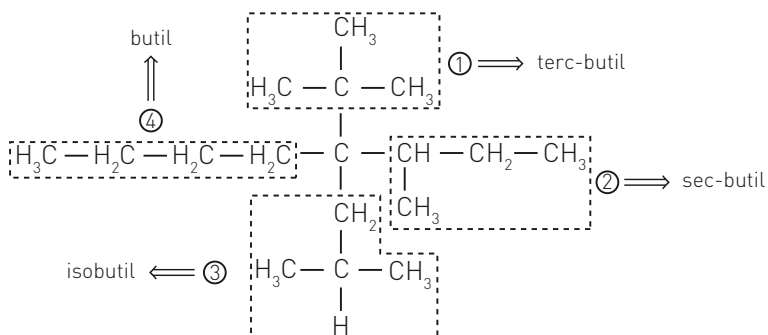


Desafiando seus conhecimentos (p. 101)

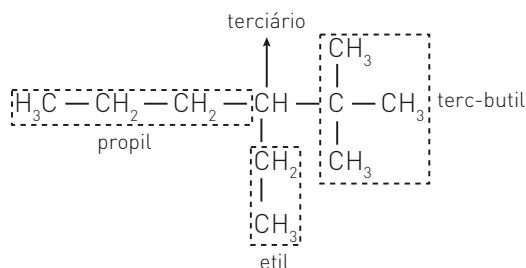
1. Posição 1: isopropil
Posição 4: vinil
Posição 5: terc-butil



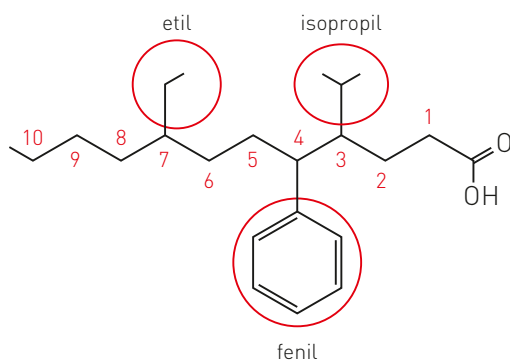
2. Alternativa d.



3. Alternativa correta: 16.

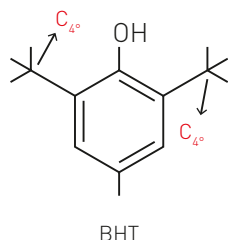


4. Alternativa d.



5. Alternativa a.

[a] Correta.

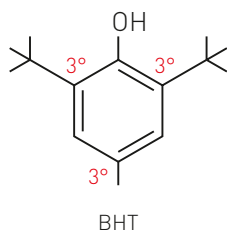


[b] Incorreta. Fórmula molecular: $C_{15}H_{24}O$.

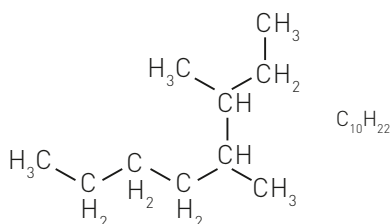
[c] Incorreta. Possui 2 substituintes: terc-butila.

[d] Incorreta. Possui 6 carbonos com hibridação do tipo sp^2 (carbonos que formam dupla-ligação).

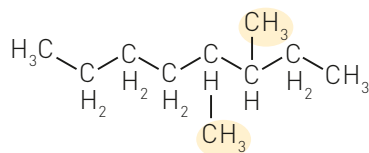
[e] Incorreta. Possui apenas 3 carbonos terciários.



6. a) A partir da fórmula fornecida no enunciado, vem:



b) Dois substituintes estão ligados na cadeia principal.



7. Alternativa c.

[I] Radical sec-butil ou s-butil.

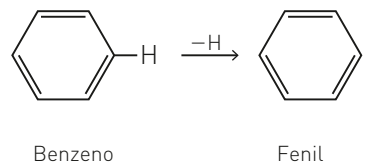
[II] Radical etenil ou vinil.

[III] Radical benzil.

[IV] Radical meta-toluil.

8. Alternativa c.

O radical gerado com a perda de um hidrogênio do benzeno é chamado de fenil.



9. Alternativa c.

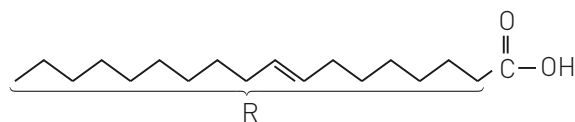
A maioria dos autores dos livros didáticos considera que o termo alifático se refere a cadeias carbônicas abertas ou acíclicas, no entanto, esse termo também pode ser compreendido como sinônimo de não aromático.

Utilizando a última interpretação mencionada, temos como correta a alternativa assinalada, levando em consideração ainda os grupos etila e isopropila mencionados.

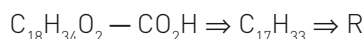
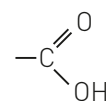
10. Alternativa a.

11. Alternativa c.

Ácido oleico: $C_{18}H_{34}O_2$



R corresponde ao ácido oleico sem o grupo:



Conexão

Saúde (p. 106)

O texto compara, inicialmente, um radical derivado de um hidrocarboneto com um radical livre de oxigênio. Tenta-se mostrar quais os prejuízos da ação dessas estruturas muito reativas sobre nosso organismo e como retardar sua ação. Acharmos conveniente que o professor destaque alguns fatores externos (fumaça de cigarro, raios solares...) e a importância de desenvolver hábitos alimentares saudáveis.

1. A presença de elétrons desemparelhados em sua camada de valência.

2. I. 2 elétrons compartilhados.

II. 10 elétrons não compartilhados.

III. 2 elétrons livres são provenientes de quebras homolíticas.

3. A perda ocorre pela oxidação da vitamina C em contato com o oxigênio presente no ar atmosférico.
4. O betacaroteno é um carotenoide antioxidante natural que dá cor aos vegetais amarelo-alaranjados principalmente. Assim, entre os alimentos apresentados, aqueles ricos em betacaroteno provavelmente são: tomate, cenoura e beterraba.
5. Pesquisa a ser realizada pelo aluno.

Leia, analise e responda (p. 108)

1. a) As partículas sólidas dispersas no ar correspondem à fuligem, logo, trata-se principalmente de aglomerados de carbono no estado sólido, finamente divididos.
b) $S + O_2 \longrightarrow SO_2$ (dióxido de enxofre).
 $S + \frac{3}{2} O_2 \longrightarrow SO_3$ (trióxido de enxofre).
2. Separação magnética.
3. Atrito.
4. O petróleo pertence à classe dos hidrocarbonetos.
5. Discussão a ser realizada pelos alunos em sala.
6. A reciclagem dos pneus auxilia na redução do número de reservatórios de água parada, uma vez que os pneus descartados nos aterros sanitários, quando não reciclados, muitas vezes atuam como tal.

Capítulo 5 Hidrocarbonetos ramificados

Objetivos do capítulo

- Classificar os hidrocarbonetos;
- identificar a cadeia principal de hidrocarbonetos ramificados;
- identificar os grupos substituintes;
- numerar a cadeia principal;
- organizar os grupos substituintes em ordem alfabética.

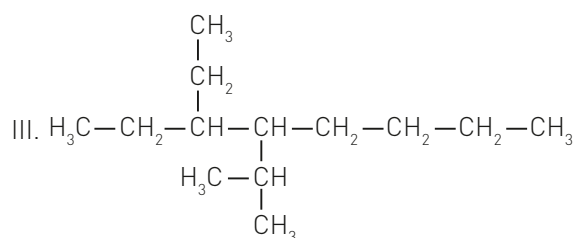
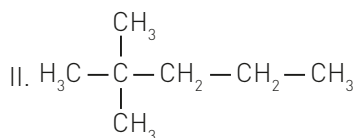
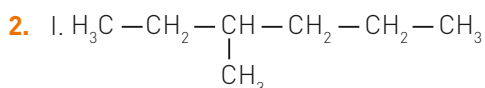
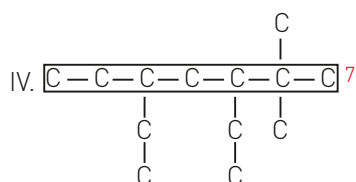
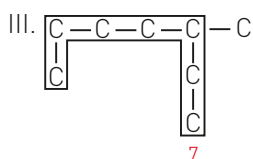
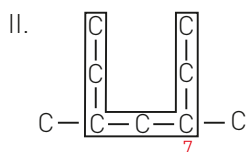
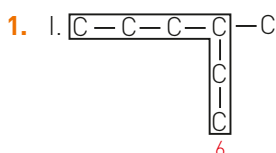
Sugestões de abordagem

Na apresentação de hidrocarbonetos ramificados, pode-se expor, inicialmente, uma cadeia com uma ramificação, a seguir, com duas, e assim por diante.

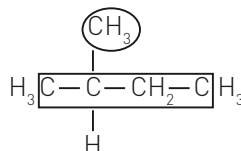
Nos alcanos, mostrar as regras de nomenclatura conforme o texto. Utilizar a nomenclatura estabelecida em ordem alfabética, que é a recomendada pela IUPAC. Propor exercícios.

Dar a nomenclatura de alcenos, alcinos e dienos ramificados e resolver exercícios. A seguir, apresentar as demais classes de hidrocarbonetos.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 112)



3.

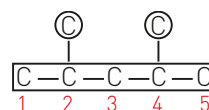


I. 4

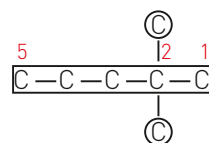
II. 1

III. metil

4. I. 2,4-dimetilpentano



II. 2,2-dimetilpentano



Conexão

Tecnologia (p. 114)

O assunto é introduzido por um pequeno histórico, que permite uma integração com História. Peça aos alunos que expliquem o trecho do texto: “[...] foi denominada goma das Índias [...]”. Pode-se também fazer um trabalho integrado com Geografia a respeito do chamado Ciclo da Borracha na região amazônica. O texto também mostra que nem sempre o interesse e a formação científica são os responsáveis por descobertas importantes. Nesse caso, a motivação foi o interesse econômico.

1. O isopreno possui duas ligações pi.

2. Quatro átomos de hidrogênio devem ser adicionados.

3. É a aplicação de uma nova camada de borracha no pneu.

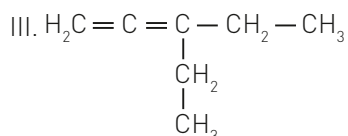
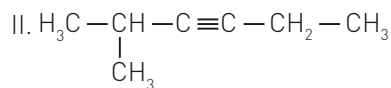
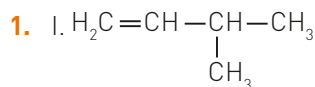
4. Vulcanização é um processo onde se aplica calor e pressão em uma borracha, na presença de enxofre, para modificar suas propriedades.

5. Pesquisa a ser realizada pelo aluno.

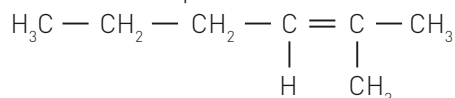
6. Apenas o extrativismo predatório é uma ameaça para o ecossistema, se for feito de forma sustentável o ecossistema não se prejudica.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 116)

Hidrocarbonetos alifáticos insaturados

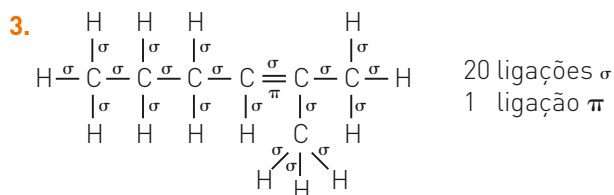


2. Fórmula estrutural plana:

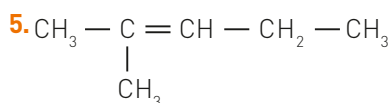


Fórmula molecular: C_7H_{14}

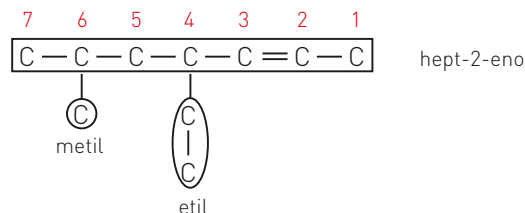
Fórmula mínima: CH_2



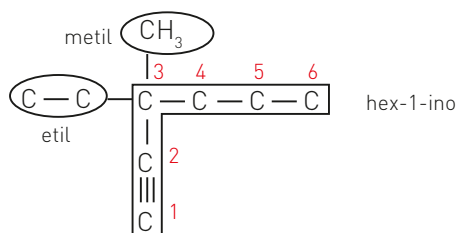
4. Cadeia principal $\left\{ \begin{array}{l} 6 \text{ C} \Rightarrow \text{hex} \\ \text{dupla no carbono 2} \end{array} \right.$
Grupo substituinte $\left\{ \begin{array}{l} \text{metil} \\ \text{no carbono 2} \end{array} \right.$
2-metil-hex-2-eno



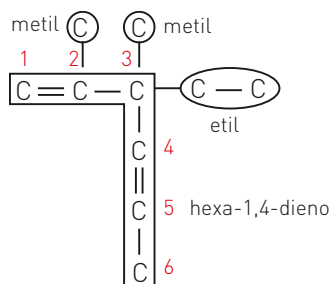
6. I. 4-etil-6-metil-hept-2-eno



II. 3-etil-3-metil-hex-1-ino

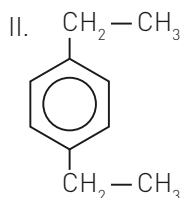
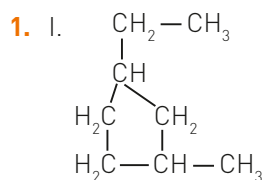


III. 3-etil-2,3-dimetil-hexa-1,4-dieno

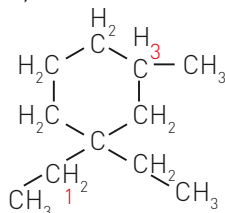


Fundamentando seus conhecimentos (p. 120)

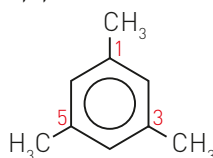
Hidrocarbonetos cíclicos



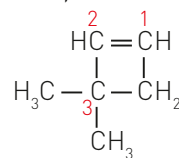
2. I. 1,1-dietil-3-metilciclo-hexano



II. 1,3,5-trimetilbenzeno



III. 3,3 dimetilciclobuteno



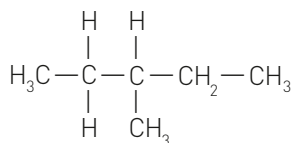
O professor deve começar explicando aos alunos que o trabalho é importante para cada indivíduo e para o funcionamento da sociedade, mas deve ressaltar que em muitos tipos de trabalho estamos sujeitos, por exemplo, às chamadas lesões por esforço repetitivo. Existem cuidados e procedimentos que permitem o abrandamento ou mesmo a cura dessas lesões. As doenças causadas pela exposição constante a hidrocarbonetos aromáticos em geral, como a leucopenia, podem ser fatais. Além de destacar o uso de EPI, lembre que as empresas devem respeitar a legislação trabalhista com a finalidade de preservar a saúde dos funcionários.

1. Sim, pois o Nox do carbono que recebe a hidroxila aumenta.
2. O benzeno é uma substância apolar, assim sua solubilidade em água é baixa, já o fenol, por conta da presença da hidroxila, tem um caráter polar mais acentuado e é mais solúvel em água.
3. Em ambas as transformações o hidrogênio é substituído, no fenol é substituído pela hidroxila, e no tolueno é substituído pelo grupo metil.
4. Pesquisa a ser desenvolvida pelo aluno.

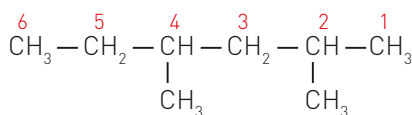
Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 122)

1. I. Etil
II. Vinil
III. Propil
- IV. Sec-butil
V. Isobutil

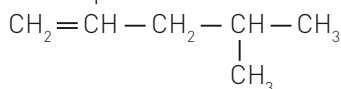
2. 3-metilpentano



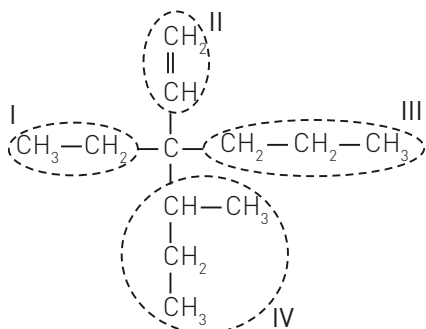
3. 2,4-dimetil-hexano



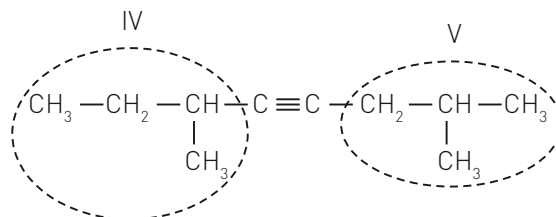
4. 4-metilpent-1-eno



5. 3-etil-4-metil-3-propil-hex-1-eno ou usual: etil-sec-butil-propil-vinilmetano



6. 2,6-dimetil-oct-4-ino ou usual: sec-butil-isobutilacetileno

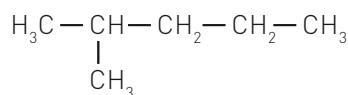


7. Alternativa a.

O isooctano possui 5 carbonos na cadeia principal e três radicais metil, dois no carbono 2 e um no carbono 4.

8. Alternativa e.

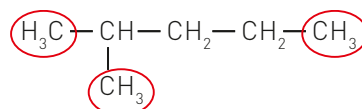
[I] Possui cadeia carbônica ramificada.



[II] Possui fórmula molecular C_6H_{14} (6 C e 14 H).

[III] É um hidrocarboneto saturado (apresenta ligações simples entre os átomos de carbono).

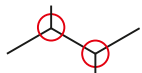
[IV] Possui três átomos de carbono primários.



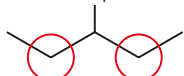
9. Alternativa d.

Analisando as estruturas a seguir, em que os carbonos secundários estão circulados, vemos que o hexano tem maior número de carbonos secundários.

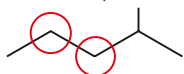
- 2,3-dimetil-butano:



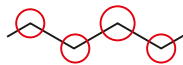
- 3-metil-pentano:



- 2-metil-pentano:



- hexano:

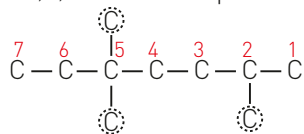


- 2,2-dimetil-butano:

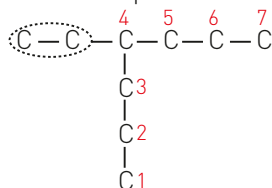


10. Alternativa b.

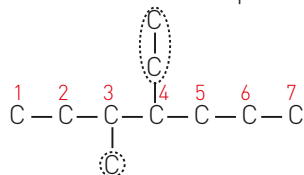
I. 2,5,5-trimetil-heptano



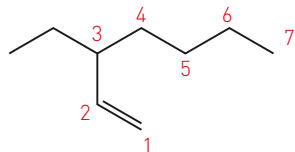
II. 4-etil-heptano



III. 4-etil-3-metil-heptano



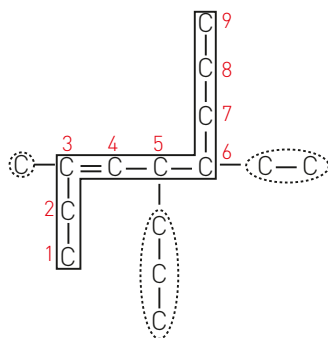
11. Alternativa e.



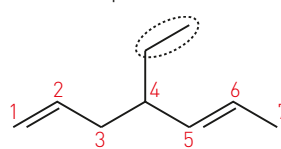
A cadeia principal contém 7 carbonos, e a ramificação está no carbono 3. Portanto, o nome oficial desse composto será: 3-etil-hept-1-eno.

12. Alternativa d.

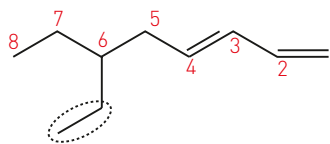
6-etil-3-metil-5-propil-3-noneno



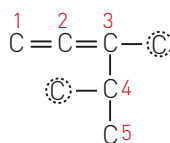
13. I. 4-etil-hepta-1,5-dieno; isolado



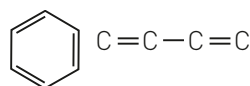
II. 6-etil-oct-1,3-dieno; conjugado



III. 3,4-dimetilpenta-1,2-dieno; acumulado

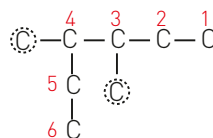


14. Alternativa e.

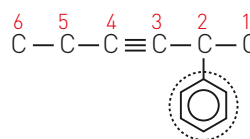


15. Alternativa a.

3,4-dimetil-hexano



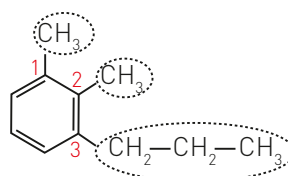
2-fenil-3-hexino



16. 0) Falso, segundo a IUPAC o nome do isoctano é 2,2,4-trimetilpentano.

- 1) Correto, o etilbenzeno possui um anel aromático.
- 2) Falso, para que um composto seja aromático o mesmo deve apresentar duplas alternadas.
- 3) Correto, olefinas são alcenos.
- 4) Incorreto, o ciclohexano é um composto saturado.

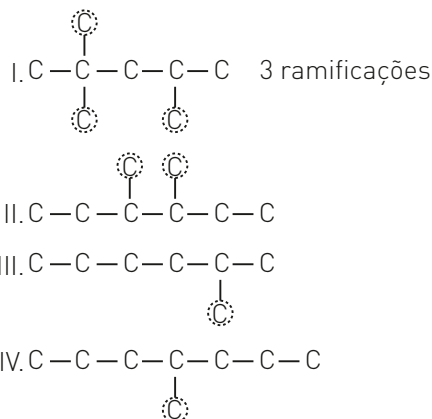
17. Alternativa b.



Pela ordem alfabética, metil vem antes de propil.

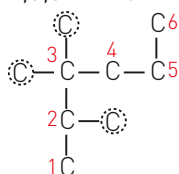
Desafiando seus conhecimentos (p. 124)

1. Alternativa d.

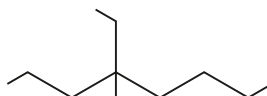


2. Alternativa c.

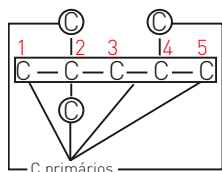
2,3,3-trimetil-hexano



3. Alternativa b.



4. Alternativa e.



5. Alternativa d.

O composto orgânico, em alta concentração na gasolina, que pode minimizar os batimentos de um motor é o hidrocarboneto ramificado 2,2,4-trimetil-pentano ou ISO-octano.

6. Alternativa e.

Etano: dois átomos de carbono.

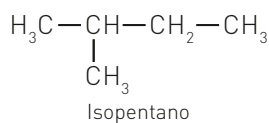
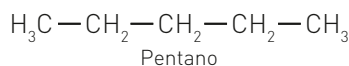
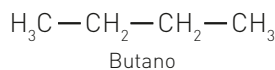
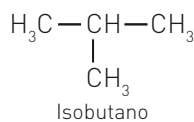
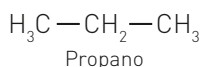
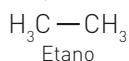
Propano: três átomos de carbono.

Isobutano: quatro átomos de carbono.

Butano: quatro átomos de carbono.

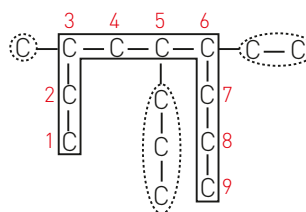
Pentano: cinco átomos de carbono.

Isopentano: cinco átomos de carbono.



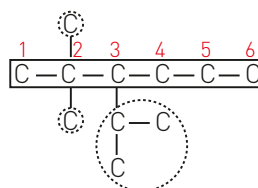
7. Alternativa c.

6-etil-3-metil-5-propilnonano



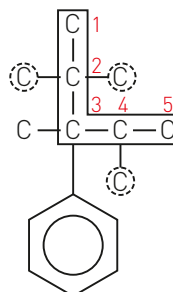
8. Alternativa a.

2,2-dimetil-3-isopropil-hexano



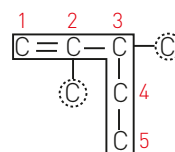
9. Alternativa c.

2, 2, 3, 4-tetrametil-3-fenil-pentano

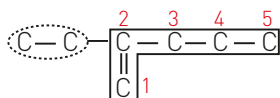


10. Alternativa b.

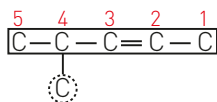
I. 2,3-dimetil-1-penteno



II. 2-etil-1-penteno



III. 4-metil-2-penteno



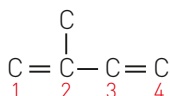
11. Alternativa a.

Análise das afirmativas incorretas:

[II] Possui duas ramificações diferentes, dois radicais metil e um radical isopropila.

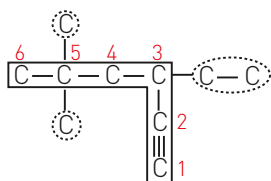
[III] É um hidrocarboneto, pois é composto apenas de carbono e hidrogênio.

12. Alternativa c.

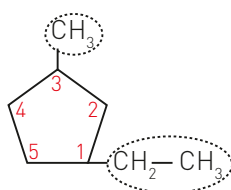


13.

I. 3-etil-5,5-dimetil-hex-1-ino

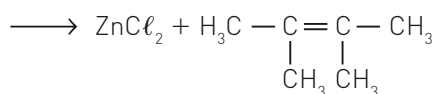
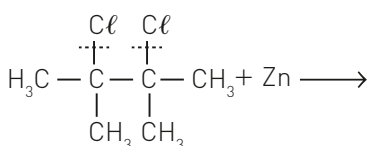


II. 1-etil-3-metilciclopentano

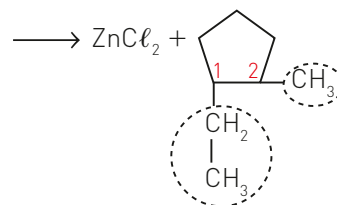
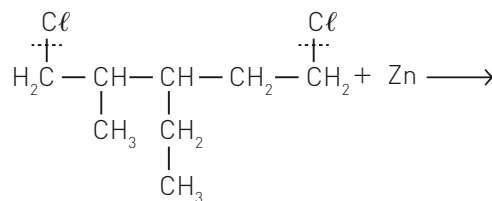


14. Alternativa b.

15. 2,3-dimetilbut-2-eno

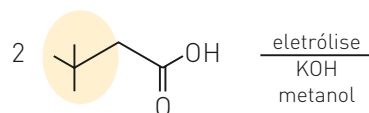


16. 1-etil-2-metilciclopentano

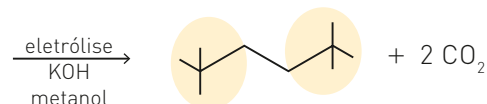


17. Alternativa c.

Para o ácido 3,3-dimetil-butanoico, vem:



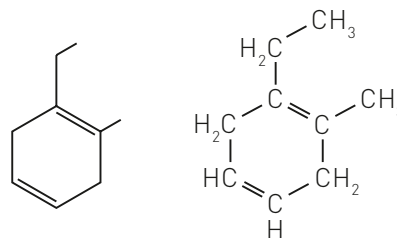
3,3-dimetilbutanoico



2,2,5,5-tetrametil-hexano

18. Alternativa c.

A molécula 1-etil-2-metil-ciclohexa-1,4-dieno será:



[I] Correta. A molécula apresenta 2 ligações π , pois apresenta 2 duplas em sua estrutura; em uma ligação dupla, teremos uma ligação tipo sigma e uma tipo pi.

[II] Correta. Cada carbono da dupla possui hibridação sp^2 , assim temos 4 carbonos envolvidos em ligações duplas.

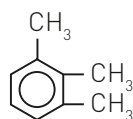
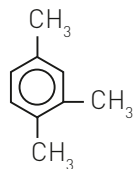
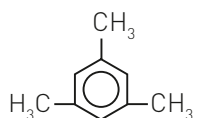
[III] Incorreta. Sua cadeia é cíclica ramificada.

[IV] Correta. A fórmula molecular do composto é: C_9H_{14} .

[V] Incorreta. A molécula não apresenta nenhum carbono quaternário (ligado a 4 outros carbonos).

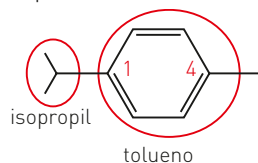
Teremos, portanto, 3 afirmações corretas.

19.

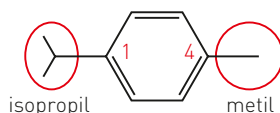
1,2,3-trimetilbenzeno
ou
trimetilbenzeno vicinal1,2,4-trimetilbenzeno
ou
trimetilbenzeno assimétrico1,3,5-trimetilbenzeno
ou
trimetilbenzeno simétrico

20. Alternativa d.

O p-cimeno também pode ser nomeado por:

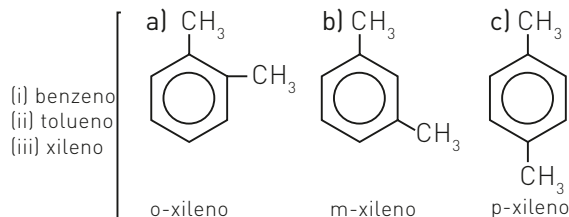


p-isopropiltolueno

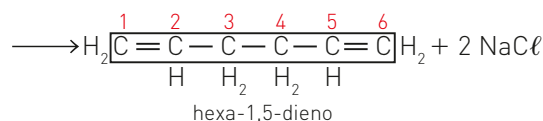
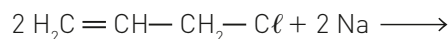
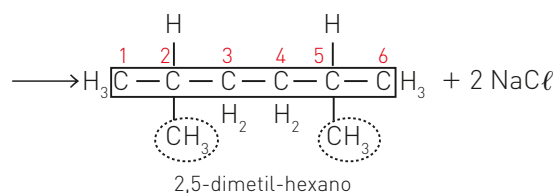
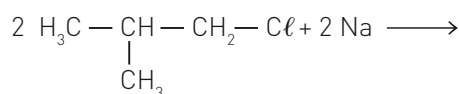
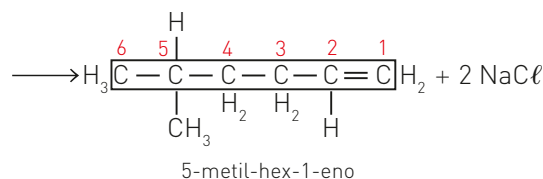
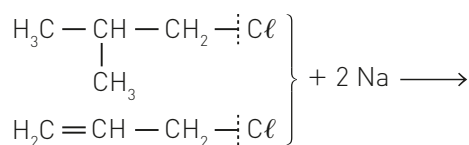


1-isopropil-4-metilbenzeno

21. Alternativa e.



22. Alternativa e.



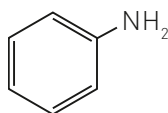
23. Alternativa d.

Leia, analise e responda – O fumo (p. 130)

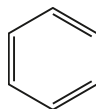
1. Acetona (propanona):



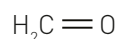
Anilina:



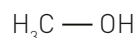
Benzeno:



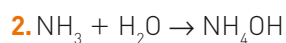
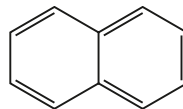
Formaldeído:



Metanol:



Naftaleno:



3. Produtos de limpeza, removedor de esmaltes, conservante, inseticida.

4. É um óxido ácido, pois em água forma o ácido nítrico.

5. a) Anilina.
b) HCN.
6. a) Duas ligações sigma e duas ligações pi.
b) Dez ligações pi e 35 ligações sigma.
7. $C_{14}H_{10}$.
8. $C_{14}H_{10} + \frac{33}{2} O_2 \rightarrow 14 CO_2 + 5 H_2O$.
9. $C_{14}H_{10} + \frac{33}{2} O_2 \rightarrow 14 CO_2 + 5 H_2O$.
 $1 \text{ mol } C_{14}H_{10} \longrightarrow 14 \text{ mol } CO_2 \longrightarrow 616 \text{ g } CO_2$.
10. Como o fenantreno e o antraceno são isômeros, o número de mol de oxigênio consumido é o mesmo, assim a razão será 1.
11. A nicotina tem fórmula molecular $C_{10}H_{14}N_2$, sua massa molar é igual a 162 g/mol, dos quais 28 g vêm do nitrogênio; assim, o teor de nitrogênio na nicotina é igual a 17% em massa.
12. $0,9 \cdot 1500 = 1350$ fumantes com câncer de pulmão.
 $0,8 \cdot 500 = 400$ fumantes com enfisema pulmonar.
Total de fumantes = $1350 + 400 = 1750$ fumantes.
13. Pesquisa a ser realizada pelo aluno.

Capítulo 6 Fontes de hidrocarbonetos

Objetivos do capítulo

- Diferenciar combustões completas de incompletas;
- relacionar a queima de combustíveis renováveis e não renováveis e comparar os produtos obtidos nas suas combustões;
- comparar a energia produzida na combustão completa e incompleta.

Sugestões de abordagem

O professor pode levar um pequeno botijão de gás acoplado a um bico de Bunsen e discutir, pela coloração da chama, se a queima que prevalece é a completa ou a incompleta. Equacionar as combustões completas e incompletas do butano (componente do gás de botijão).

Apresentar a queima de uma vela e indicar a presença da queima incompleta pela formação da fuligem,

colocando um prato sobre a vela. A partir desse fato, o professor pode discutir a queima da gasolina e do álcool comum, se achar conveniente.

Gás de xisto, um tema controverso

Após a leitura do texto, feita pelos estudantes em voz alta, discuta os prós e contras, no Brasil e no mundo.

Uma sugestão que envolve todo o grupo de alunos poderia ser a divisão da classe em quatro grupos: dois tratariam das posições brasileiras, um grupo a favor do uso e outro argumentando contra, e os outros dois defenderiam argumentos favoráveis e desfavoráveis segundo as políticas estadunidenses. No texto existem referências que poderão ajudá-los na elaboração das argumentações em relação à utilização do gás de xisto.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 139)

- O petróleo é uma mistura constituída principalmente por hidrocarbonetos, contendo também carvão e enxofre e alguns de seus compostos.
- O petróleo flutua na água do mar por ter uma densidade menor.
- Destilação fracionada.
- GLP, gasolina, querosene, *diesel* e piche.
- Qualquer fração do petróleo é uma mistura.

- Estado físico:

Butano: líquido $0^\circ C$ gasoso
T ambiente

Octano: líquido $126^\circ C$ gasoso
T ambiente

Ponto de coleta:

butano $\Rightarrow 1$

octano $\Rightarrow 2$

7. 1. GLP 2. gasolina 3. querosene 4. óleo *diesel*

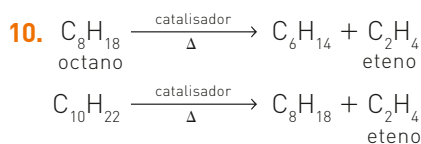
8. Óleo *diesel*

9. I – B; II – C, III – A

GLP: C_4H_{10}

óleo *diesel*: $C_{18}H_{38}$

gasolina: C_8H_{18}



Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 140)

1. I. EUA e Arábia Saudita.

II. 10^6 barris — 1 milhão/dia
 $2\,605 \cdot 10^3$ barris — x
x = 2,605 milhões de barris/dia.

III. Brasil e Venezuela

IV. EUA

V. Norte

VI. 1 barril — 160 L
 $4\,460 \cdot 10^3$ barris — x
x = 713 600 000 L

2. Alternativa e.

A partir das informações do texto, podemos afirmar que o petróleo é um recurso não renovável a curto prazo, levando muito tempo para que haja a sua formação. O petróleo é encontrado em depósitos localizados no fundo do mar (áreas submarinas) ou em áreas continentais que já foram submersas em algum período, ou seja, áreas continentais de origem marinha.

3. Alternativa d.

Entre os combustíveis apresentados, são fontes renováveis somente o carvão vegetal e o bagaço de cana-de-açúcar.

4. Alternativa c.

A fim de diminuir a dependência em relação ao consumo de combustíveis derivados do petróleo, no Brasil observa-se o estímulo à utilização do etanol, proveniente da cana-de-açúcar, assim como o desenvolvimento de tecnologias para a produção do biodiesel.

5. Alternativa d.

O proprietário de um automóvel bicomustível deve dar preferência ao uso do álcool como combustível, pois, apesar do maior consumo, não polui, custa menos e é uma fonte de energia renovável.

6. Alternativa b.

Na separação das frações do petróleo o método utilizado é a destilação fracionada. Os componentes da mistura homogênea são separados a partir da diferença de temperatura de ebulição.

7. Alternativa c.

A vida na Terra depende, em última análise, da energia proveniente do Sol.

8. I) Decantação (água e petróleo formam uma mistura heterogênea).

II) Misturas.

III) Destilação fracionada (separação dos componentes do petróleo).

IV) Funil de decantação ou ainda funil de separação.

9. Alternativa a.

a) Correta. O gás natural é um combustível fóssil, formado por hidrocarbonetos com predominância do metano.

b) Incorreta. O petróleo é matéria-prima de vários produtos, como tecidos sintéticos, cosméticos, plásticos e muitos outros, além de combustível.

c) Incorreta. O pré-sal está situado a cerca de 7 mil metros de profundidade, no Brasil; está localizado numa faixa litorânea que vai de Santa Catarina até o Espírito Santo, sendo formado a partir de substâncias orgânicas.

d) Incorreta. O petróleo é composto de hidrocarbonetos, ou seja, compostos de carbono e hidrogênio, não apresentando oxigênio em sua composição.

e) Incorreta. As frações leves de petróleo saem no topo da coluna, como o gás metano e o GLP, mistura de propano e butano. Numa segunda etapa ou 2ª fração da torre, numa temperatura um pouco mais elevada que a primeira, são separados hidrocarbonetos que apresentam

de 5 a 10 átomos de carbono, como o benzeno e o octano.

10. Alternativa c.

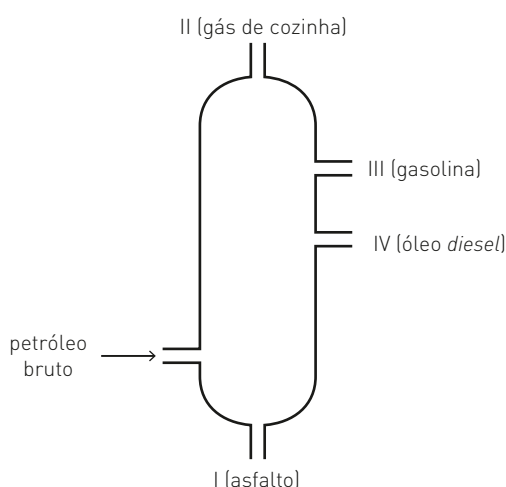
O combustível imaginado para viabilizar o invento proposto nesses versos é o metano (CH_4), conhecido como gás do lixo, oriundo da decomposição de compostos orgânicos.

11. Alternativa a.

Os hidrocarbonetos constituintes do petróleo são formados por moléculas apolares.

12. Alternativa c.

Teremos:



13. Alternativa e.

Na obtenção de combustíveis derivados do petróleo é utilizado o processo de separação líquido - líquido denominado destilação fracionada.

14. a) Esses equipamentos realizam destilação fracionada.

b) O petróleo é um exemplo de substância que pode ser separada por meio da destilação fracionada.

15. Alternativa c.

Análise das afirmações:

I) Correta. O craqueamento é importante economicamente, pois converte frações mais pesadas de petróleo em compostos de grande demanda, como as gasolinas e querosenes.

II) Incorreta. O craqueamento absorve grande quantidade de energia para ocorrer a ruptura de ligações químicas nas moléculas de grande massa molecular.

III) Correta. A presença de catalisador permite que as transformações químicas envolvidas no craqueamento ocorram mais rapidamente, ou seja, acelera as reações.

16. Alternativa c.

O dodecano será quebrado em dois hidrocarbonetos com números iguais de carbono (6 carbonos cada), e um deles será insaturado (hexeno). Já a reforma catalítica transforma o hidrocarboneto em um isômero e, entre as opções para o produto III, o único isômero do hexano é o 2-metil-pentano.

17. Alternativa a.

O processo de fracionamento, empregado no refino do petróleo cru, ocorrido na torre 1 é a destilação fracionada que separa as frações do petróleo a partir das diferentes temperaturas de ebulição de seus derivados.

Desafiando seus conhecimentos (p. 146)

1. Alternativas corretas: 02, 08 e 16.

Análise das afirmações:

01) Incorreta. O craqueamento do petróleo visa diminuir o tamanho das frações (moléculas).

02) Correta. A destilação fracionada do petróleo separa grupos de compostos em faixas de temperatura de ebulição diferentes.

04) Incorreta. A gasolina é o nome dado a uma mistura de hidrocarbonetos saturados cujo número de átomos de carbono varia entre 5 e 10.

08) Correta. O resíduo do processo de destilação fracionada do petróleo apresenta-se como um

material altamente viscoso usado como piche de asfalto.

16) Correta. Grande parte dos plásticos utilizados hoje em dia tem como matéria-prima o petróleo.

2. Alternativas corretas: 01, 02, 04 e 08.

01) Verdadeira. O metano é considerado uma fração leve, pois apresenta baixo peso molecular e é recolhido a baixas temperaturas no fracionamento, devido à sua alta volatilidade.

02) Verdadeira. O craqueamento aumenta a porcentagem de compostos leves que apresentam maior valor econômico devido ao seu maior uso.

04) Verdadeira.

08) Verdadeira.

16) Falsa. As primeiras frações são compostas de substâncias voláteis e com cadeias menores.

3. Alternativas corretas: 01 e 04.

01) Correta. A gasolina, por ser mais leve (com 5 a 10 átomos de carbono), sairá primeiro da coluna de fracionamento que o querosene, que possui de 11 a 22 átomos de carbono, portanto mais pesado que a gasolina.

02) Incorreta. Os polímeros sintéticos são obtidos por processos de polimerização a partir de substâncias de baixo peso molecular que não são encontradas no resíduo do petróleo.

04) Correta. Os cicloalcanos com três e quatro átomos de carbono são mais reativos e instáveis que aqueles com mais átomos de carbono.

08) Incorreta. Os alcanos, assim como todos os hidrocarbonetos, possuem baixa reatividade química. Para que ocorram reações com esses hidrocarbonetos, o meio reacional deve possuir condições favoráveis de temperatura, pressão e ainda a presença de catalisadores.

16) Incorreta. O craqueamento é um processo químico que transforma cadeias carbônicas grandes em cadeias menores por aquecimento a altas temperaturas e na ausência de oxigênio.

4. a) Destilação fracionada; temperatura de ebulição.

- b) 1 – C_3 a C_4
- 2 – C_5 a C_{12}
- 3 – C_{12} a C_{16}
- 4 – C_{12} a C_{20}
- 5 – $> C_{20}$

5. Alternativas corretas: 02, 04 e 08.

01) Incorreta. O gás liquefeito de petróleo (GLP) é uma das primeiras frações a ser obtida no processo de destilação fracionada, sendo composto por hidrocarbonetos de cadeia curta ($C_3 - C_4$).

02) Correta. Uma das teorias mais aceitas atualmente para a origem do petróleo admite que este veio a se formar a partir de matéria orgânica em decomposição.

04) Correta. O petróleo é um óleo normalmente escuro, formado quase exclusivamente por hidrocarbonetos. Além dos hidrocarbonetos, há pequenas quantidades de substâncias contendo nitrogênio, oxigênio e enxofre. O petróleo é considerado uma mistura homogênea.

08) Correta. O craqueamento catalítico converte óleos de cadeia grande em moléculas menores, que podem ser usadas para compor, entre outros produtos, a gasolina, ou seja, o craqueamento “quebra” cadeias maiores em cadeias menores.

16) Incorreta. A ramificação das cadeias carbônicas dos compostos que formam a gasolina é algo desejável, uma vez que isso aumenta a octanagem do combustível.

6. Alternativa d.

7. Alternativa b.

a) Incorreta. A gasolina é uma mistura de alcanos de C_6H_{14} a $C_{10}H_{22}$.

b) Correta. A combustão completa de qualquer combustível fóssil libera dióxido de carbono (CO_2) que, quando em excesso na atmosfera, contribui de forma significativa para o aquecimento global.

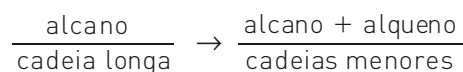
c) Incorreta. O petróleo é um recurso natural não renovável, pelo tempo que leva para ser formado na natureza.

d) Incorreta. Água por ser um composto polar não irá se misturar com a gasolina, uma substância apolar, em quaisquer que sejam essas proporções.

e) Incorreta. Vários acidentes em plataformas acontecem, afetando tanto os trabalhadores quanto o meio ambiente.

8. Alternativa e.

I. Verdadeira.



II. Verdadeira: o C_8H_{18} é um componente da gasolina.

III. Verdadeira: o propeno C_3H_6 tem TE menor que $25^\circ C$.

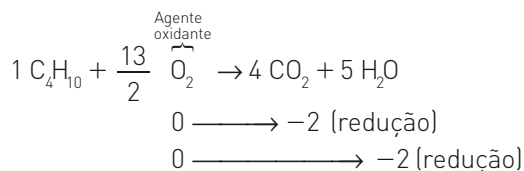
9. Alternativa b.

Análise das alternativas:

a) Incorreta. O processo de separação das frações do petróleo é conhecido como destilação fracionada.

b) Correta. Os antidetonantes, conhecidos como aditivos no Brasil, são substâncias químicas que, ao serem misturadas com a gasolina, aumentam sua resistência à compressão e, conseqüentemente, o índice de octanagem.

- c) Incorreta. O craqueamento do petróleo permite transformar hidrocarbonetos complexos (de cadeia carbônica mais longa) em moléculas menores.
- d) Incorreta. A gasolina é composta de uma mistura de alcanos, que são substâncias químicas apolares.
- e) Incorreta. A combustão completa do butano, um dos principais constituintes do gás natural, é um exemplo de reação de oxirredução, na qual o hidrocarboneto é o agente redutor e o gás oxigênio presente no ar atmosférico é o agente oxidante.



10. Alternativa e.

Entre as alternativas propostas, a parafina é a constituída por cadeias maiores e, por isso, sua temperatura de ebulição é maior.

11. Alternativa b.

- a) Incorreta. A destilação, como todo processo de separação, trata-se de um processo físico.

- b) Correta. Pelo fato de os hidrocarbonetos serem apolares, as forças predominantes são as do tipo dispersão de London.
- c) Incorreta. Tanto a água do mar quanto a água pura não se misturam ao petróleo devido à diferença de polaridade entre esses compostos.
- d) Incorreta. Tanto o propano quanto o butano são obtidos, principalmente, pelo processo do craqueamento catalítico do petróleo.
- e) Incorreta. Ambas são moléculas apolares, portanto, possuem momento dipolar igual a zero.

12. Alternativa b.

Teremos:

Carvão mineral, gás natural e gasolina (obtida a partir da destilação fracionada do petróleo).

13. Alternativa b.

Seguindo a analogia citada no texto, a humanidade desenvolverá novas tecnologias e encontrará novas fontes de energia, então o petróleo deixará de ser essencial, assim como a pedra foi substituída pelo cobre, ferro e argila.

14. Alternativa e.

O *cracking* aumenta o rendimento da produção de frações leves, com maior valor comercial, como a gasolina.

15. Alternativa c.

Capítulo 7 Combustão

Objetivos do capítulo

- Relacionar o petróleo com suas funções;
- associar métodos de separação de mistura ao processamento do petróleo;
- comparar os produtos obtidos do xisto com os produtos obtidos a partir da destilação do petróleo;
- relacionar a viscosidade da gasolina com os tipos de interações intermoleculares;
- comparar a viscosidade da gasolina com a do óleo lubrificante e relacioná-las ao tamanho da molécula.

Sugestões de abordagem

O professor pode apresentar o modo como o petróleo se forma, as maneiras de exploração e seu refino. Enfatizar o processo de refino, ressaltando seus principais derivados. Citar os recursos na exploração do petróleo.

Explicar a finalidade do craqueamento.

É possível um trabalho interdisciplinar com Geografia, explorando a localização das reservas de xisto no Brasil e no mundo e a viabilidade econômica de sua exploração.

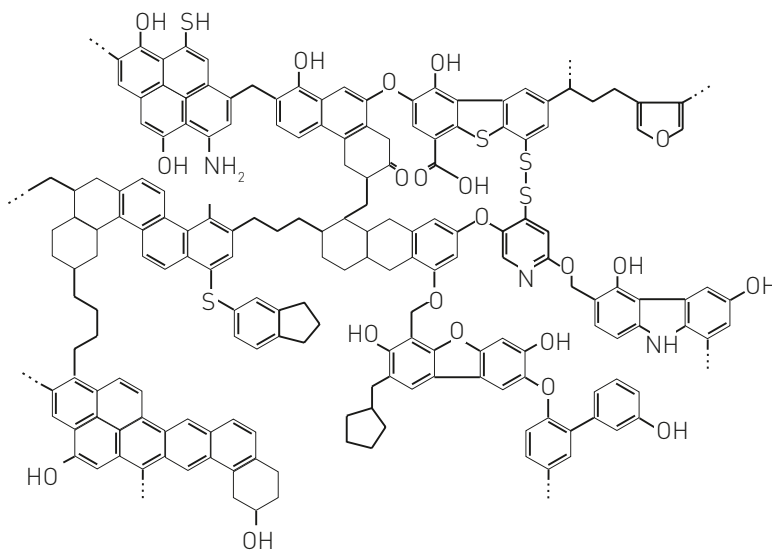
Algo a mais

Carvão

A ilustração mostra uma parte da estrutura complexa do carvão. Quando aquecida, na ausência de O_2 , essa estrutura rompe-se, produzindo uma série de compostos menores, que podem ser separados. Dependendo da temperatura, a proporção desses compostos pode variar.

Um aquecimento inicial de até $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ provoca um “amolecimento” do carvão; continuando seu aquecimento até $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$, obtemos um resíduo sólido — o coque — e um grande número de compostos aromáticos voláteis, potencialmente cancerígenos. Além disso, ocorre a liberação de grandes quantidades de SO_2 , um dos maiores responsáveis pela poluição ambiental.

Esse processo de destilação do carvão pode ser realizado nas indústrias siderúrgicas para produzir o coque, usado na obtenção do ferro como agente redutor. Costuma ser elevada a incidência de leucopenia nos trabalhadores dessas indústrias.



Tolueno

Seu nome está relacionado à primeira fonte de obtenção, o bálsamo de Tolu, uma goma amarelo-escura de odor agradável extraída da árvore *Toluidra balsamum*. Antigamente, esse bálsamo era usado na produção de xaropes antitussígenos e, hoje em dia, é utilizado na indústria de perfumes.

Xileno

Seu nome deriva da palavra *xy'lon* (em grego, madeira). É obtido pela destilação da madeira e tem odor característico. Com o tolueno e o benzeno, é componente de um tipo de gasolina de alta octanagem, denominado BTX.

Alfapineno ($C_{10}H_{16}$)

O hidrocarboneto alfapineno é o principal componente da terebintina, obtida pela destilação da resina de vários tipos de pinheiro. Esse óleo de pinho é utilizado como bactericida e como perfume em muitos desinfetantes domésticos.

Conexão

Tecnologia (p. 154)

1. O aumento de pressão ocorre no segundo e terceiro tempo; são transformações físicas, pois não há ocorrência de reação química.
2. Significa que a gasolina possui 86% de isoctano.
3. Alternativa d.
A substância com maior octanagem é aquela com maior número de ramificações.
4. Um antidetonante é uma substância adicionada à gasolina que aumenta sua resistência à compressão.
5. O uso do chumbo tetraetila tem diminuído por conta da sua alta toxicidade.
6. Pesquisa a ser desenvolvida pelo aluno.

Diferença de calores de combustão: alcano desconhecido – butano $\Rightarrow 3\,886 - 2\,658 = 1\,228$ kJ

Então:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{aumento de 1 C} \xrightarrow{\text{aumenta}} 615 \text{ kJ} \\ x \text{ C} \xrightarrow{\quad\quad\quad} 1228 \text{ kJ} \end{array} \right.$$

$$x = 2 \text{ C}$$

butano: 4 C $\Rightarrow$ alcano deve ter 6 C
 $\Rightarrow$ hexano

8. Alternativa a.

Os combustíveis fornecem energia quando sofrem combustão, pois a energia de suas ligações é liberada.

9. Alternativa e.

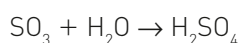
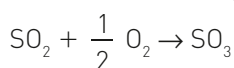
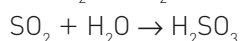
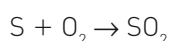
O enxofre está presente como impureza no carvão mineral, assim na combustão são formados óxidos de enxofre que, em contato com a água, formam ácido sulfúrico.

Desafiando seus conhecimentos (p. 159)

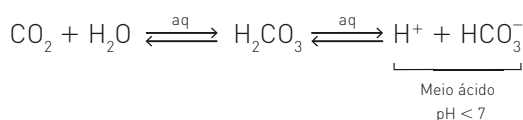
1. Alternativa c.

I. Incorreta; gasolina é uma mistura de hidrocarbonetos.

II. Correta.



III. Correta.



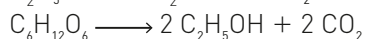
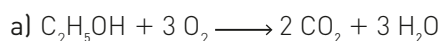
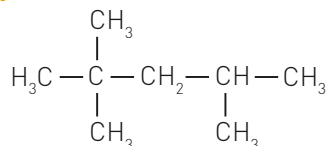
IV. Incorreta; carbonato de cálcio: CaCO_3 .

V. Incorreta; o material particulado presente no "ar visível" é o carbono na forma de fuligem.

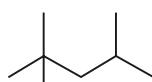
2. Alternativa e.

O carvão mineral apresenta enxofre em sua composição, por esse motivo sua combustão produz óxidos de enxofre que, ao reagirem com a água, formam ácidos.

3.

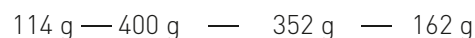
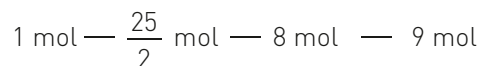
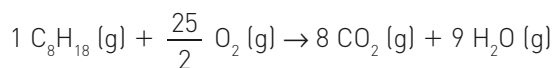


b) Destilação fracionada.



4. Alternativa a.

A reação de combustão completa do n-octano pode ser representada pela seguinte equação:

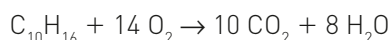


Logo, podemos concluir que a quantidade de gás carbônico produzido em massa é maior que a quantidade de gasolina queimada.

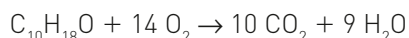
5. Alternativa e.

A partir das informações apresentadas, podemos escrever as seguintes reações de combustão para as estruturas dadas:

Mirceno e limoneno:



Citronelal:

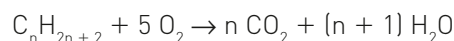


6. Alternativas corretas: 01 e 08.

01) Correta.

02) Incorreta. Também se forma H_2O .

04) Incorreta.

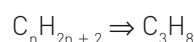


Número de átomos de oxigênio é igual antes e depois da reação:

$$5 \cdot 2 = n \cdot 2 + (n+1) \cdot 1$$

$$10 = 2n + n + 1$$

$$9 = 3n \therefore n = 3$$

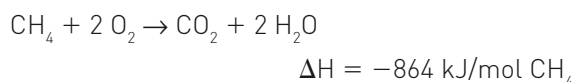
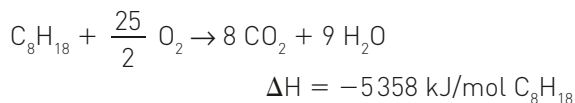
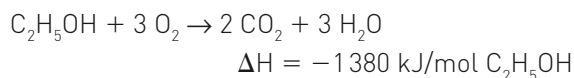


propano

08) Correta.

16) Incorreta.

7. Alternativa e.



Energia produzida por mol de CO_2 :

$$\text{etanol} = \frac{1380 \text{ kJ}}{2 \text{ mol de CO}_2} = 690 \text{ kJ/mol de CO}_2$$

$$\text{gasolina} = \frac{5358 \text{ kJ}}{8 \text{ mol de CO}_2} = 669,75 \text{ kJ/mol de CO}_2$$

$$\text{metano} = \frac{864 \text{ kJ}}{1 \text{ mol de CO}_2} = 864 \text{ kJ/mol de CO}_2$$

Energia liberada por mol de CO_2 :

metano > etanol > octano

GNV > álcool combustível > gasolina

8. Alternativa a.

I. Correta.

$$PV = nRT$$

$$PV = \frac{m}{M} RT$$

$$PM = \frac{m}{V} RT$$

$$PM = dRT$$

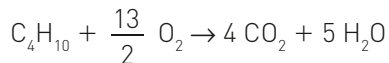
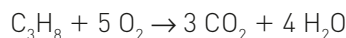
$$d = \frac{PM}{RT} \Rightarrow \text{quanto maior a massa molar, maior a densidade}$$

propano: massa molar = 44 g/mol

butano: massa molar = 58 g/mol

II. Correta. Ambas as amostras apresentam o mesmo número de mol. Como o teor de carbono no butano é maior, sua massa em carbono também é maior.

III. Correta.



IV. Correta.

Calores de combustão:

propano: 2044 kJ/mol.

butano: 2658 kJ/mol.

De maneira geral, quanto maior o número de C na molécula, maior a energia liberada na combustão completa.

V. Correta; em B e em P existe o mesmo número de moléculas, mas cada molécula de butano tem um número maior de átomos.

VI. Correta.

$$\begin{array}{ccc} \text{Propano} & \text{Butano} & \text{Ar} \\ d = \frac{P \cdot 44}{RT} & d = \frac{P \cdot 58}{RT} & d = \frac{P \cdot 28,9}{RT} \end{array}$$

As massas molares do C_3H_8 e do C_4H_{10} são maiores que a massa molar média aparente do ar.

9. a) 22 g e 11,2 L.

b) 33 169,5 kJ.

c) Aumento da temperatura média do planeta (intensificação do efeito estufa).

d) $\text{HO} - \text{CH}_3$; metanol.

$\text{HO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$; etanol.

e) Pois o álcool é extraído da cana, que pode ser replantada; já o petróleo leva milhares de anos para ser formado.

Leia, analise e responda (p. 162)

Respostas pessoais do aluno.



(p.162)

A resposta depende diretamente da realização da atividade pelos alunos.

Unidade 3 – Outras funções orgânicas

Consideramos que os conhecimentos sobre a nomenclatura IUPAC, adquiridos pelos alunos, sejam base suficiente para identificar compostos de outras funções e relacionar seus nomes com as regras já vistas.

Os alunos já ouviram falar em “álcool”, seja no seu uso como combustível ou como componente de bebidas alcoólicas. Por esse motivo, optamos por iniciar o estudo das funções oxigenadas pela função álcool. O uso comum dessa palavra para caracterizar determinado álcool pode ser útil para comentar que, na verdade, essa função é constituída por inúmeros compostos.

Após estudarmos a classificação e a nomenclatura dos álcoois, estabelecemos uma relação com o cotidiano do aluno, explicando os métodos de obtenção e uso de dois álcoois: o metanol e o etanol.

Com a mesma organização, são mostradas, a seguir, na ordem, as funções fenol, aldeído, cetona, ácido carboxílico e ésteres orgânicos. Os exemplos dados, mostrando os principais compostos de cada função, têm a finalidade de mostrar aos alunos como essas funções estão presentes no seu dia a dia.

Objetivos da unidade

- Classificar álcoois;
- descrever o método de produção do metanol usado no Brasil;
- conhecer alguns dos usos do metanol;
- conhecer alguns usos da propanona (acetona);
- descrever algumas características dos ácidos metanoicos e etanoicos;
- associar o etoxietano a alguns de seus usos;
- conhecer alguns compostos orgânicos nitrogenados.

Ideias iniciais

A sugestão é que o professor utilize a pergunta de abertura da unidade para suscitar uma breve discussão entre os alunos e assim perceber quais informações eles apresentam sobre os conceitos que serão trabalhados na unidade: as funções orgânicas.

A partir dessa discussão, pode-se explorar o texto de abertura da unidade, bastante rico em uma série de informações:

Você sabia que algumas características dos alimentos estão diretamente ligadas a algumas funções orgânicas?

Entre essas características está aquele cheiro típico do churrasco, que se deve a um aldeído; o aroma do cravo-da-índia, que é proveniente de uma substância que apresenta em sua fórmula as funções fenol e enol; o odor característico do peixe, que provém de uma amina; o aroma do abacaxi, que é devido a um éster; o sabor das pipocas amanteigadas, que pode ser atribuído a uma cetona; o sabor azedo do vinagre, que é composto principalmente por um ácido carboxílico; e a maciez do panetone, que é mantida durante a sua estocagem por um álcool.

Pode-se pedir que os alunos realizem uma pesquisa sobre a estrutura das substâncias mencionadas no texto e a partir dela fazer uma descrição mais detalhada de cada função, destacando como se identifica cada uma e a nomenclatura dos principais exemplos, sempre priorizando as que têm relação com o cotidiano do aluno.

Material de apoio

Apresentamos a seguir sugestões para a ampliação dos temas abordados na unidade e, eventualmente, para subsidiar você sobre as pesquisas que são solicitadas aos alunos. É altamente recomendável que, caso pretenda compartilhar essas sugestões com eles, você tenha acesso prévio a elas, para avaliar sua adequação, principalmente quando se tratar de conteúdo de endereços eletrônicos não exclusivamente educativos (como é o caso do YouTube). Endereços eletrônicos acessados em: 6 jul. 2018.

- Perfumes: uma química inesquecível (discussão sobre a química dos perfumes, fontes originais das essências e propriedades físicas dos compostos orgânicos relacionadas à estrutura dos perfumes) – *Química Nova na Escola*, n. 4, p. 4: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc04/quimsoc.pdf>>.
- Extraíndo óleos essenciais de plantas: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a10.pdf>>.

- O narcisismo no mito grego: <http://www.esdc.com.br/CSF/artigo_2008_06_narcisismo_no_mito_grego.htm>.
- Aprendendo sobre os conceitos de ácido e base (descreve um experimento simples para a extração do lapachol a partir da serragem do ipê) – *Química Nova na Escola*, n. 4, p. 35: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc04/exper.pdf>>.
- Agentes desinfetantes alternativos para o tratamento de água (discute alternativas ao uso de cloro no tratamento da água) – *Química Nova na Escola*, n. 17, p. 8: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc17/a03.pdf>>.

- Carboidratos: estrutura, propriedades e funções (inclui sugestões de atividades experimentais) – *Química Nova na Escola*, n. 29, p. 8: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc29/03-CCD-2907.pdf>>.
- Lei Seca reduz mortes, mas não inibe acidente que mais mata nas rodovias: <<http://g1.globo.com/brasil/noticia/2013/04/lei-seca-reduz-mortes-mas-nao-inibe-acidente-que-mais-mata-nas-rodovias.html>>.
- Dependência química – Drauzio Varella: <<http://drauziovarella.com.br/dependencia-quimica/dependencia-quimica/>>.

Capítulo 8

Funções orgânicas oxigenadas

Objetivos do capítulo

Álcoois

- Identificar um álcool;
- a partir da fórmula estrutural, nomear o álcool de acordo com a IUPAC;
- a partir do nome IUPAC, construir a fórmula estrutural;
- relacionar os álcoois alifáticos saturados com sua fórmula geral;
- conhecer as principais características do metanol e do etanol.

Fenóis

- Identificar um fenol;
- a partir da fórmula estrutural, nomear alguns fenóis de acordo com a IUPAC e vice-versa.

Aldeídos

- Identificar um aldeído;
- a partir da fórmula estrutural, nomear os aldeídos de acordo com a IUPAC e vice-versa.

Cetonas

- Identificar uma cetona;
- a partir da fórmula estrutural, nomear as cetonas usando regras da IUPAC;
- a partir do nome IUPAC, construir a fórmula estrutural.

Ácidos carboxílicos

- Identificar um ácido carboxílico;
- a partir da fórmula estrutural, nomear os ácidos usando regras da IUPAC;
- a partir do nome IUPAC, construir a fórmula estrutural.

Ésteres orgânicos

- Identificar um éster orgânico;
- relacionar a fórmula estrutural dos ésteres com seu nome de acordo com a IUPAC e vice-versa.

Éteres

- Identificar um éter;
- relacionar a fórmula estrutural dos éteres com seu nome de acordo com a IUPAC e vice-versa.

Sugestões de abordagem

O professor pode começar as aulas sobre cada uma das funções comentando um composto conhecido dos alunos, mostrando sua fórmula estrutural e o nome. Após discutir algumas características e usos do composto escolhido, relacionar seu nome com sua estrutura e, a partir daí, detalhar as regras de nomenclatura.

Como exemplo, veja sugestões para algumas funções.

Álcoois

O professor pode apresentar, inicialmente, o metanol e o etanol, suas propriedades e seus métodos de obtenção, de acordo com o texto. Pode também dar o teor alcoólico (°GL) das bebidas, para despertar a curiosidade dos estudantes.

A seguir, abordar as regras de nomenclatura para os monoálcoois de cadeia normal e, posteriormente, para os de cadeia ramificada, finalizando com os insaturados (se achar conveniente).

Apresentar a nomenclatura dos álcoois cíclicos e dos poliálcoois.

Essa abordagem pode ser aplicada às demais funções: sempre a partir de um exemplo, mostrar suas aplicações. Com isso, há motivação dos alunos e, então, pode-se introduzir as regras de nomenclatura.

Fenol

O professor pode começar a aula falando da creolina. Espera-se que alguns alunos conheçam o nome e a aplicação desse material, usado como desinfetante na pecuária e nas indústrias.

Explicar que a creolina é uma mistura de cresóis (metilfenóis) e, a partir das fórmulas estruturais e dos nomes, desenvolver a aula.

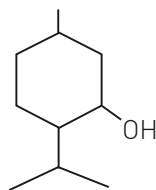
Aldeídos

Começar a aula falando sobre a conservação de peças anatômicas e relacionar o fato com o uso do metanol (formol).

Algo a mais

Dependendo do interesse dos alunos, da conveniência e do tempo, com a finalidade de relacionar Química Orgânica com o dia a dia deles e motivá-los ao estudo, podem ser comentadas características de vários compostos, como:

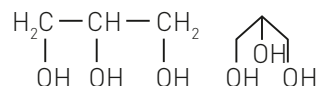
1. Mentol ($C_{12}H_{20}O$)



O mentol é obtido a partir da menta japonesa, da qual se originou seu nome. Ele ativa os sensores

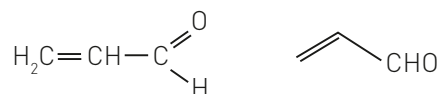
responsáveis pela sensação de frio, fazendo com que atuem em uma temperatura mais alta do que o normal. É muito usado em balas e doces, pela sensação refrescante que causa. O mentol também está presente na hortelã comum.

2. Glicerol ($C_3H_8O_3$)



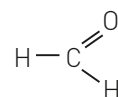
Apresenta um sabor adocicado e, devido à sua viscosidade, causa uma sensação de suavidade. Essa propriedade é uma das responsáveis pelo sabor agradável dos vinhos. Existe um fungo — o *Botrytis cinerea* — que ataca as cascas das uvas, provocando a perda de água e aumentando o teor de glicerol. Os vinhos produzidos com essas uvas apresentam um sabor suave e acentuadamente doce.

3. Aldeído acroleína (C_3H_4O)



Forma-se a partir da quebra, por aquecimento, de moléculas de gordura presentes na carne. Seu cheiro característico é aquele que normalmente sentimos ao preparar um churrasco. Também se forma na decomposição da sacarose, sendo responsável pelo aroma de caramelo.

4. Aldeído fórmico (CH_2O)



O formaldeído ou aldeído fórmico está presente na fumaça de madeira, que pode ser usada para defumar alimentos. A ação de prolongar o tempo de validade desses alimentos deve-se à capacidade de o formaldeído eliminar as bactérias.

Além disso, ele tem a capacidade de ligar as cadeias de proteínas, diminuindo sua reatividade e produzindo um enrijecimento dos alimentos.

No organismo, onde é produzido pela oxidação do metanol, age da mesma maneira nas proteínas da retina, enrijecendo-as e impedindo sua oxigenação, o que pode causar cegueira.

5. Ácido esteárico ($C_{18}H_{36}O_2$)



Ao combinar-se com o glicerol, esse ácido produz a triestearina, que não se dissolve na água e apresenta densidade menor do que a dela. Fora do nosso organismo, à temperatura ambiente, é um óleo (líquido), porém, no nosso corpo, as moléculas de triestearina podem formar estruturas razoavelmente compactas (sólidas), sendo considerada, então, uma gordura.

A triestearina é uma reserva energética do organismo, estando disseminada nas fibras musculares. Em alguns animais, como o camelo, ela se acumula em uma única região: a corcova.

Conexão

Saúde (p. 170)

1. Bebidas destiladas são bebidas alcoólicas purificadas através do processo de destilação.
2. As bebidas destiladas apresentam teor alcoólico maior do que as bebidas fermentadas.
3. CH_3CH_2OH – etanol.
4. Cerveja < aguardente < combustível.

5. Segundo o texto, 0,1% de álcool no sangue equivale a 0,1 g de álcool em 100 mL de sangue, assim:

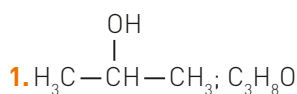
$$\begin{array}{l} 0,1 \text{ L sangue} \text{ — } 0,1 \text{ g álcool} \\ 5 \text{ L sangue} \text{ — } x \\ x = 5 \text{ g etanol} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol etanol} \text{ — } 46 \\ y \text{ — } 5 \text{ g} \\ y = 0,1 \text{ mol etanol} \end{array}$$

EXPLORE SEU MUNDO – ÁLCOOIS NOS PRODUTOS DOMÉSTICOS (p. 172)

1. É possível identificar os álcoois pelos rótulos em função da nomenclatura correspondente à função.
2. Resposta pessoal, depende dos rótulos analisados pelos alunos.
3. Resposta pessoal, depende dos rótulos analisados pelos alunos.
Possivelmente o álcool mais comum observado nos produtos domésticos será o etanol.

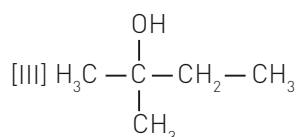
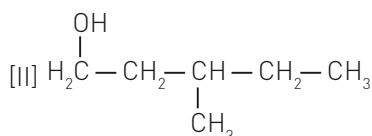
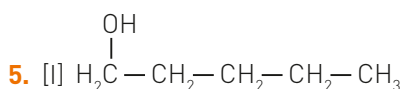
Fundamentando seus conhecimentos (p. 173)



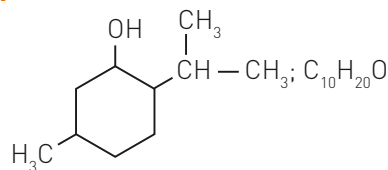
2. Propan-2-ol.

3. Álcool isopropílico.

4. Álcool secundário.



6.



7. I. 3-metilbutan-2-ol
II. propano-1,2,3-triol
III. 5-metil-hex-5-en-2-ol

8. I. $\text{HO} - \text{CH}_3$; metanol
 II. $\text{HO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$; etanol
 III. $\text{HO} - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$ propan-2-ol

9. $\text{HO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$; etanol.

10. A: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$;

B: $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{OH}$ [$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (l)];

C: CO_2 (g).

11. Durante a fermentação, há liberação de CO_2 (g), aumentando a pressão dentro do tambor. Quando o CO_2 (g) escapa, faz parecer que o tambor anda sozinho.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 174)

1. Alternativa a.

$$\begin{array}{l} 1 \text{ tonelada de cana} \xrightarrow{\text{produz}} 70 \text{ L etanol} \\ x \quad \quad \quad 12 \cdot 10^9 \text{ L} \end{array}$$

$$x = 1,7 \cdot 10^8 \text{ tonelada de cana}$$

2. Alternativa a.

$$\begin{array}{l} 1 \text{ lata de cerveja} \xrightarrow{\quad} 0,3 \text{ g/L de álcool} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \text{no sangue} \\ 3 \text{ latas} \xrightarrow{\quad} x \end{array}$$

$$x = 0,9 \text{ g/L de álcool no sangue}$$

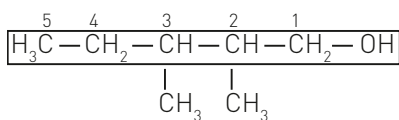
3. A afirmação é falsa, pois toda a reação libera substâncias químicas.

4. $\text{HO} - \text{CH}_3$; metanol.

5. a) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3 \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$

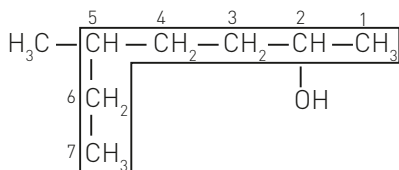
b) Fornecimento de energia para motores de automóveis.

6. Alternativa a.



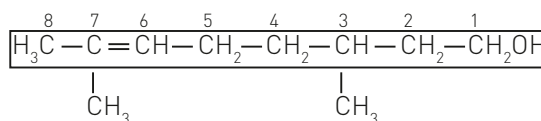
2,3-dimetil-1-pentanol

7. Alternativa e.



5-metil-2-heptanol

8. Alternativa d.



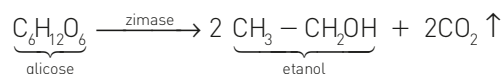
3,7-dimetil-oct-6-en-1-ol

9. Alternativa b.

No processo A o bagaço, que é desprezado no processo tradicional, é utilizado para produzir etanol. Portanto, a produção de etanol irá aumentar por hectare cultivado.

10. Alternativa d.

- a) Incorreta. Em I, temos um combustível de origem vegetal, que pertence à função álcool (etanol).
 b) Incorreta. Em I, temos um combustível de origem vegetal (etanol), obtido a partir da fermentação da alcoólica.



- c) Incorreta. Em II, temos 2,2,4-trimetilpentano, que pode ser obtido da destilação fracionada do petróleo.
 d) Correta. Em II, temos a combustão de um componente da gasolina, 2,2,4-trimetilpentano, derivado do petróleo.
 e) Incorreta. Em II, temos a combustão do isocetano (2,2,4-trimetilpentano), um dos componentes da mistura conhecida como gasolina.

Atividades práticas (p. 176)

Preparando etanol

Com esta atividade, espera-se que o aluno desenvolva sua habilidade manual e sua capacidade de criar e substituir equipamentos a partir de conhecimentos teóricos.

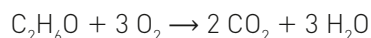
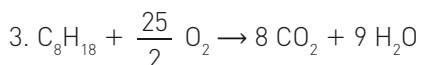
A atividade permite que o aluno associe os conhecimentos químicos na produção de uma substância, no caso, o álcool etílico. As questões propostas permitem revisar conteúdos vistos no volume 1.

1. Sacarose: $C_{12}H_{22}O_{11}$.
2. Acelerar o processo de fermentação, devido à presença de catalisadores biológicos (enzimas).
3. $C_{12}H_{22}O_{11} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$
 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_2H_5OH + 2 CO_2$
4. Condensação.
5. Destilação.
6. Balão, coluna de fracionamento e condensador, basicamente.

Comparando combustões

A capacidade de observação vai permitir que o aluno faça relações entre diferentes combustíveis, sua tendência maior ou menor de sofrer combustão completa e sua contribuição para a poluição do ambiente por material particular.

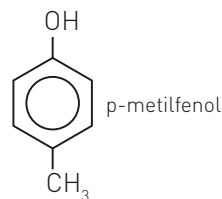
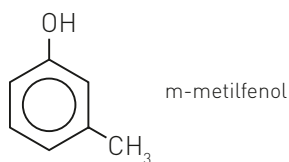
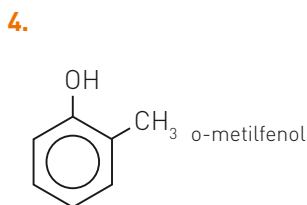
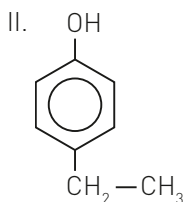
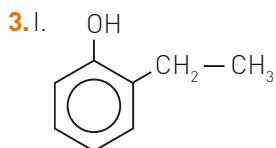
1. Álcool: azul; gasolina: amarela.
2. Gasolina; fuligem = carvão.



4. Gasolina.
5. Não. Exigem quantidades diferentes de O_2 .

Fundamentando seus conhecimentos (p. 180)

1. Substituição de H por OH.
2. Porque o fenol é tóxico e corrosivo. Soda cáustica e produtos de limpeza à base de amônia (ambos com características básicas).

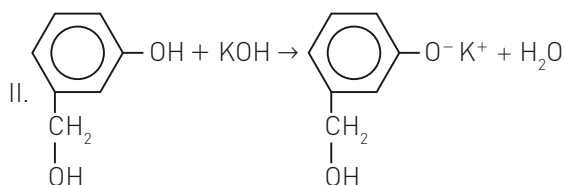
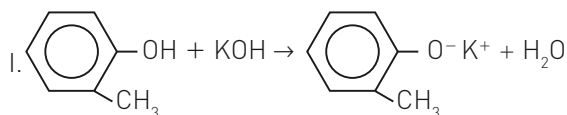


Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 180)

1. Alternativa b.

Não é fenol, pois não apresenta — OH em carbono aromático.

2.

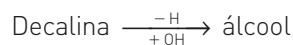
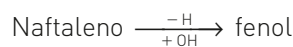


3. Fenol, pois apresenta — OH em carbono aromático: I, II e V.

4. Álcool, pois apresenta — OH em carbono saturado: II.

5. Caráter ácido = fenol: I, II e V.

6. Alternativa c.



7. Alternativa b.

O composto apresenta um grupo — OH ligado diretamente ao anel aromático.

8. Alternativa a.

Possuem — OH ligado em carbono aromático.

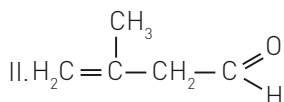
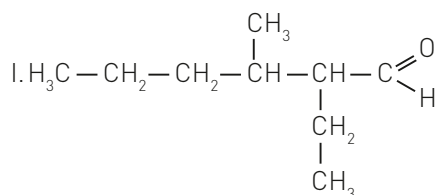
9. Alternativa c.

Nome sistemático: 2-metilfenol, 3-metilfenol e 4-metilfenol

Nome comum: o-cresol, m-cresol e p-cresol.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 184)

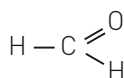
1.



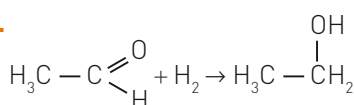
2. I. 4-metilpentanal

II. butanodial

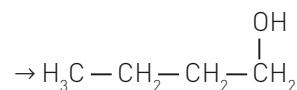
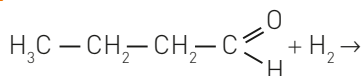
3. metanal



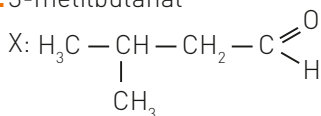
4.



5.



6. 3-metilbutanal



Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 184)

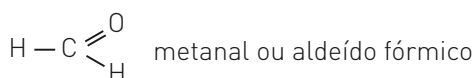
1. I. pentanal

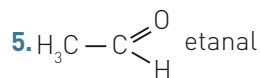
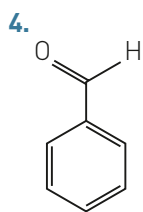
II. 3-etilpentanal

III. pentanodial

2. But-2-enal e 2-metilpentanodial

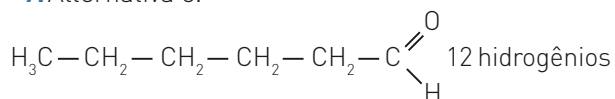
3. Alternativa a.



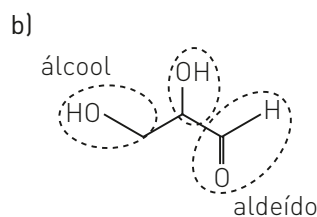
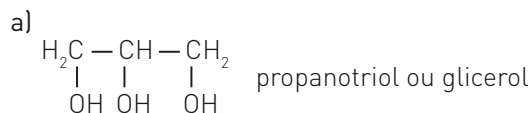


6. Alternativa d.

7. Alternativa e.

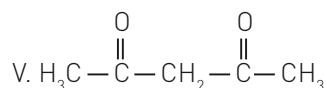
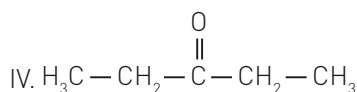
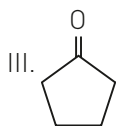
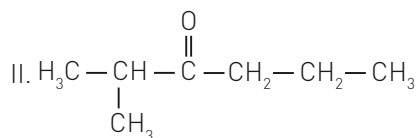
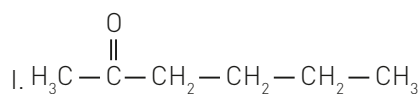


8.



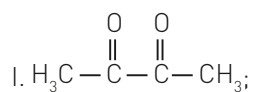
Fundamentando seus conhecimentos (p. 187)

1.



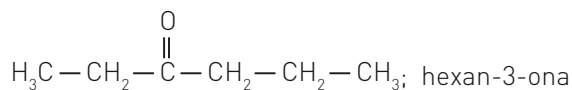
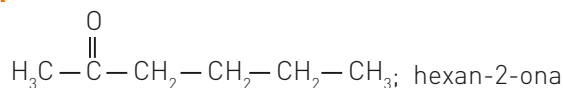
2. I. hepan-2-ona III. heptan-4-ona
II. heptan-3-ona IV. pentan-2-ona

3.

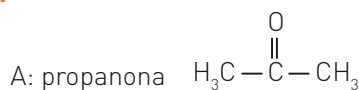


III. butano-2,3-diona ou (butanodiona).

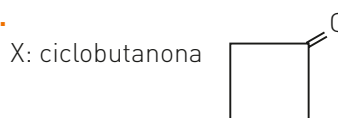
4.



5.

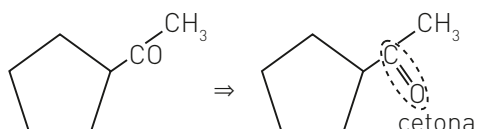


6.

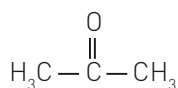


Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 188)

1. Alternativa b.



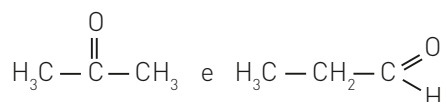
2. Alternativa c.



Propanona = acetona

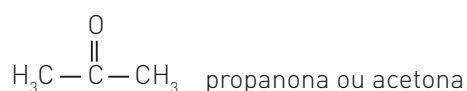
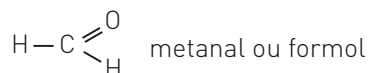
Cadeia aberta, reta, saturada e homogênea.

3. Alternativa a.

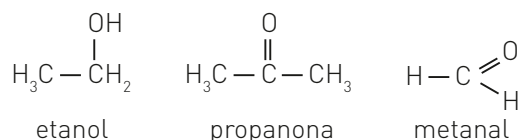


Cadeias abertas, retas, saturadas e homogêneas.

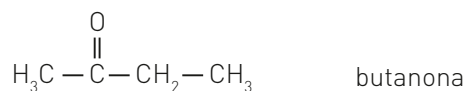
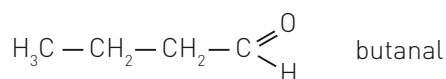
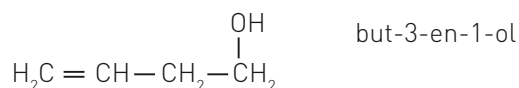
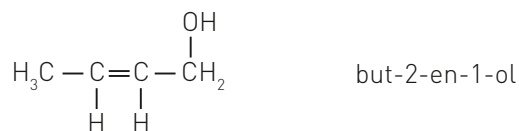
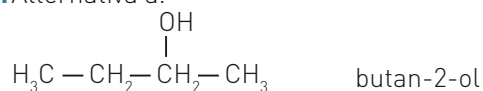
4. Alternativa b.



5. Alternativa c.



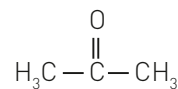
6. Alternativa a.



a) $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$

b) c) d) e) $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$

7. X: propanona



Conexão

Saúde (p. 189)

1. propanona: cetona.

ácido acetoacético: cetona e ácido carboxílico.

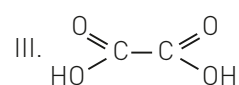
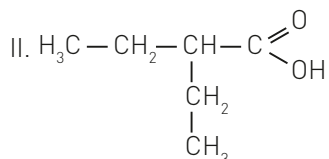
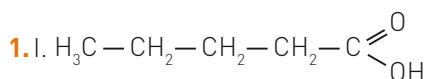
ácido β -hidroxibutírico: cetona e álcool.

2. Indicam a posição da função álcool em relação à função ácido carboxílico.

3. Sim, é uma reação de redução, pois o número de ligações entre carbono e oxigênio diminui.

4. Possui maior quantidade de soluto dissolvido, por isso é mais concentrada.

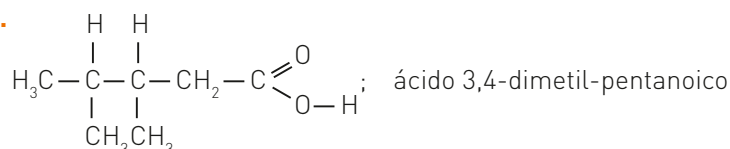
Fundamentando seus conhecimentos (p. 192)



2. I. ácido hexanoico

II. ácido butanodioico

3.

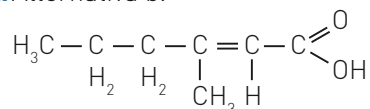


4. Ácido-3-metil-hex-2-enoico.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 192)

1. Alternativa e.

2. Alternativa b.



alifática, ramificada, insaturada e homogênea.

3. Alternativa d.

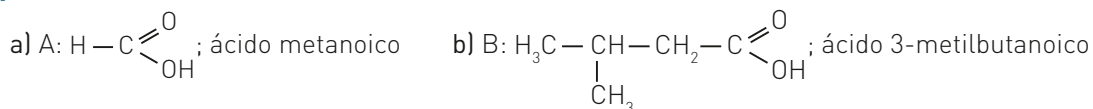
- Hidrocarboneto saturado: butano.
- Álcool primário: propano-1-ol.
- Monocarboxílico alifático: ácido etanoico.

4. I. ácido 2,2-dimetilbutanoico;

II. ácido 4-metilpentanoico;

III. ácido 3-etilpentanodioico.

5.



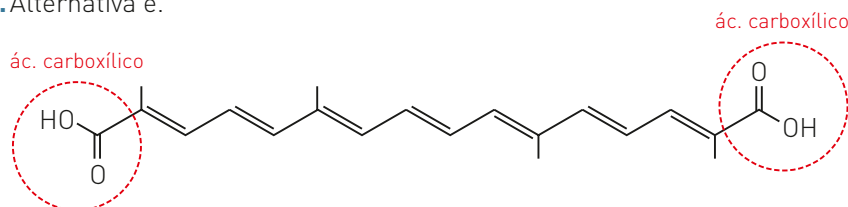
6. Alternativa b.

Ácido acético é o nome usual do ácido etanoico.

7. Alternativa b.

Ácido carboxílico.

8. Alternativa e.



9. Alternativa c.

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ apresenta o grupo carboxila (COOH).

O composto químico identificado no texto é classificado como ácido carboxílico.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 195)

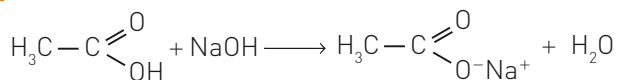
1. I. formiato de potássio

II. acetato de sódio

III. oxalato de cálcio

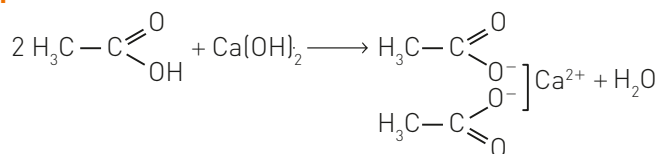
IV. acetato de bário

2.



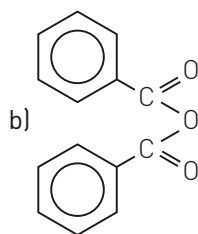
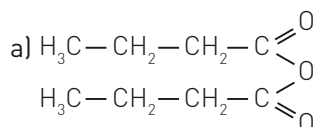
ácido acético + hidróxido de sódio $\rightarrow$ acetato de sódio + água

3.



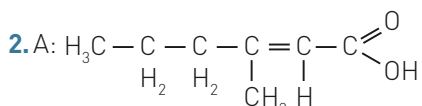
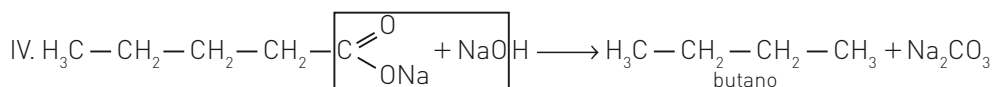
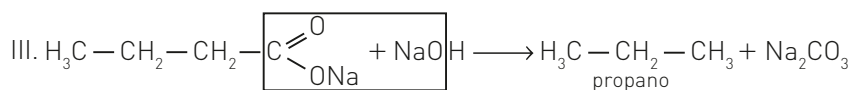
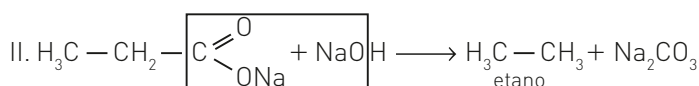
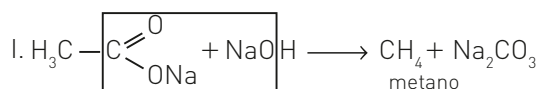
ácido acético + hidróxido de cálcio → acetato de cálcio + água

4.

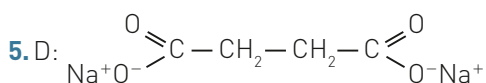
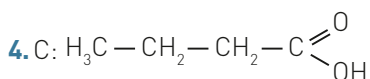


Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 196)

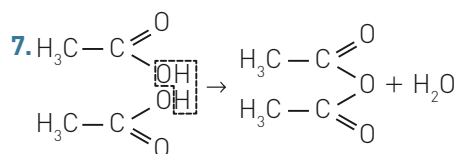
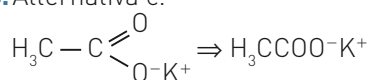
1.



3.B: NaOH



6.Alternativa c.

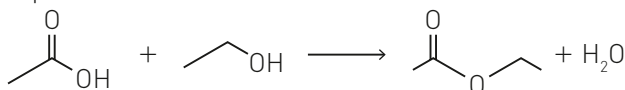


Conexão

Indústria (p. 198)

1. Olfato e paladar.

2. O produto formado é o etanoato de etila.



3. Alternativa c.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 199)

- Formiato de etila: $\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3$

Acetato de etila: $\text{H}_3\text{C}-\text{C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3 \end{matrix}$

Butanoato de etila: $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3 \end{matrix}$

$$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$$

etanoato de pentila ou
acetato de pentila

a) $\text{H}_3\text{C}-\text{C} \begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix} + \text{OH}-\text{CH}_3 \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{C} \begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O}-\text{CH}_3 \end{matrix} + \text{H}_2\text{O}$
 etanoato de metila

$$\text{b) } \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{OH} + \text{HO}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \longrightarrow \text{H}_3\text{C}(\text{CH}_2)_2\text{C}(=\text{O})\text{O}-(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$$

butanoato de propila

c) 
benzoato de isopropila

a)

ácido carboxílico

éster

b) $C_{25}H_{30}O_4$

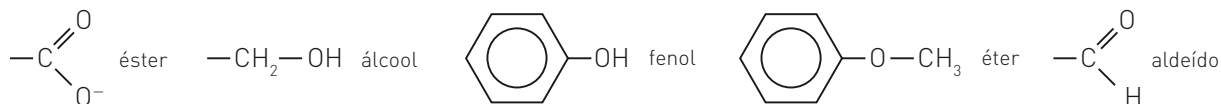
c) Quatro carbonos terciários.

d) Metil.

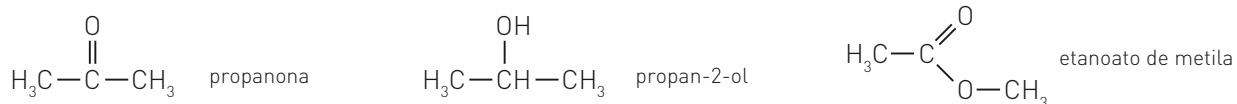
e) Bronzeador; salsicha.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 200)

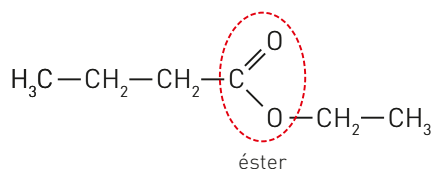
1. Alternativa b.



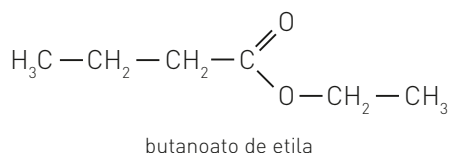
2. Alternativa e.



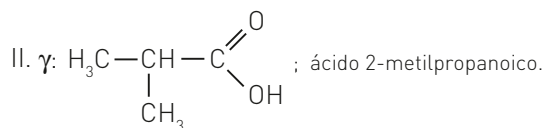
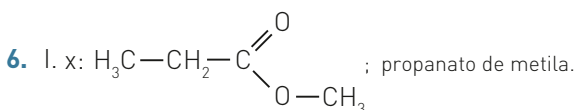
3. Alternativa b.



4. Alternativa d.



5. Alternativa c.

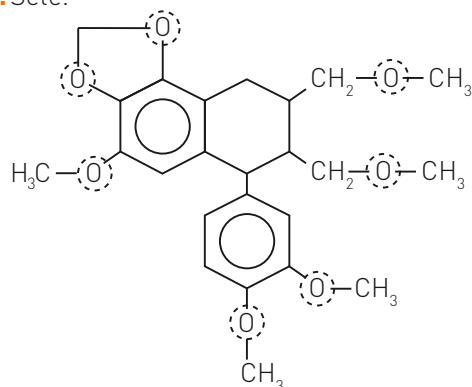


7. Alternativa d.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 203)

1. $\text{C}_{24}\text{H}_{30}\text{O}_7$

2. Sete.



3. I. $\text{H}_3\text{C—O—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$

II. $\text{H}_3\text{C—CH}_2\text{—O—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$

III. $\text{H}_3\text{C—CH}_2\text{—CH}_2\text{—O—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$

IV. $\text{H}_3\text{C—CH}_2\text{—O—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$

V. $\text{H}_3\text{C—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—O—CH}_3$

4. I. $\text{H}_3\text{C—O—CH}_3$; metoximetano

II. $\text{H}_3\text{C—O—CH}_2\text{—CH}_3$; metoxietano

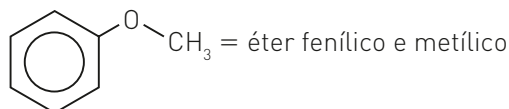
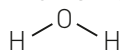
III. $\text{H}_3\text{C—O—C}_6\text{H}_5$; metoxibenzeno

5. $\text{H}_3\text{C—O—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$; metoxipropano

$\text{H}_3\text{C—CH}_2\text{—O—CH}_2\text{—CH}_3$; etoxietano

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 204)

1. Alternativa d.



2. Alternativa d.

Aberta, ramificada, saturada e heterogênea.

3. Orgânico:



inorgânico: NaCl cloreto de sódio

4. X: $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$; etoxietano

5. A: $\text{H}_3\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3$; metoximetano

B: $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$; etoxietano

C: $\text{H}_3\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$; metoxietano

6. Alternativa e.

Nas estruturas de ambas as substâncias, I e II, está presente a função orgânica éter.

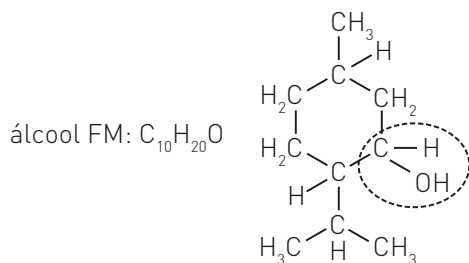
Desafiando seus conhecimentos (p. 205)

1. Alternativa d.

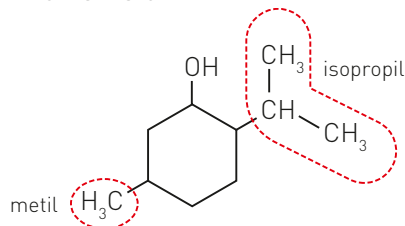
II. Falso – metanol é altamente tóxico.

V. Falso – da cana-de-açúcar não se obtém metanol.

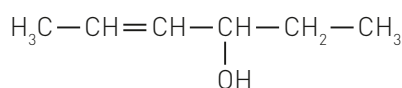
2. Alternativa c.



3. Alternativa b.

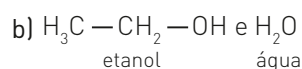


4. Alternativa c.

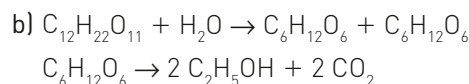


alifática insaturada

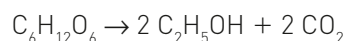
5. a) Medir e comparar as densidades; adicionar água, que é miscível no álcool hidratado e imiscível na gasolina.



6. a) Liberação de CO_2 (g).



7. Alternativa b.



$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ mol} & \text{---} & 2 \text{ mol} \\ 180 \text{ g} & \text{---} & 2 \cdot (44 \text{ g}) \\ x & \text{---} & 880 \text{ kg} \end{array}$$

$$x = \frac{180 \text{ g} \cdot 880 \text{ kg}}{88 \text{ g}}$$

$$x = 1800 \text{ kg}$$

8. Alternativa c.

Quantidade de álcool no sangue:

$$\begin{array}{rcl} 0,080 \text{ g de álcool} & \text{---} & 100 \text{ mL de sangue} \\ x & \text{---} & 6000 \text{ mL de sangue} \end{array}$$

$$x = 4,8 \text{ g}$$

Quantidade de álcool ingerida:

$$\begin{array}{rcl} 4,8 \text{ g} & \text{---} & 12\% \\ x & \text{---} & 100\% \end{array}$$

$$x = 40 \text{ g}$$

Quantidade de álcool em uma dose:

$$\begin{array}{rcl} 20 \text{ mL} & \text{---} & 100\% \\ x & \text{---} & 50\% \end{array}$$

$$x = 10 \text{ mL de álcool}$$

Usando a densidade, temos que 10 mL correspondem a 8 g de álcool.

Comparando a quantidade de álcool ingerida e a quantidade por dose, temos que:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ dose} \text{ — } 8 \text{ g de álcool} \\ x \text{ — } 40 \text{ g de álcool} \end{array}$$

$$x = 5 \text{ doses}$$

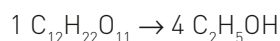
9. 50 L de etanol

$$d = 0,8 \text{ g/cm}^3 = 800 \text{ g/L}$$

$$1 \text{ L etanol} \text{ — } 800 \text{ g}$$

$$50 \text{ L} \text{ — } x$$

$$x = 40\,000 \text{ g de etanol}$$



$$1 \text{ mol} \text{ — } 4 \text{ mol}$$

$$342 \text{ g} \text{ — } 4 \cdot (46 \text{ g})$$

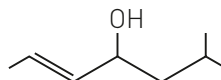
$$x \text{ — } 40\,000 \text{ g}$$

$$x \cong 74\,348 \text{ g ou } 74,3 \text{ kg}$$

10. Alternativa c.

11. Alternativa c.

O álcool possui 7 carbonos na cadeia principal, uma insaturação no carbono 2 e um grupo OH no carbono 4.



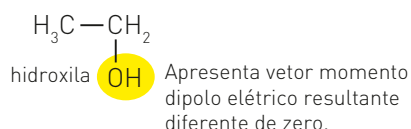
12. Alternativa a.

Ao considerar os valores do litro da gasolina e do etanol, respectivamente R\$ 3,40 e R\$ 2,50, e fazendo a conversão em reais, teremos:

Quilometragem por litro	Etanol	Gasolina	Conclusão
Cidade (km/L)	6,9 km — R\$ 2,50 9,8 km — x x = R\$ 3,55	9,8 km — R\$ 3,40	$\underbrace{\text{R\$ } 3,55}_{\text{etanol}} > \underbrace{\text{R\$ } 3,40}_{\text{gasolina}}$
Estrada (km/L)	8,1 km — R\$ 2,50 11,3 km — y y = R\$ 3,48765 $\cong$ R\$ 3,49	11,3 km — R\$ 3,40	$\underbrace{\text{R\$ } 3,49}_{\text{etanol}} > \underbrace{\text{R\$ } 3,40}_{\text{gasolina}}$

Nas condições abordadas, é mais vantajoso financeiramente utilizar a gasolina como combustível, seja o veículo utilizado na cidade ou na estrada.

O etanol é uma substância predominantemente polar possuindo um grupo hidroxila.



A gasolina é uma mistura homogênea constituída, em sua maioria, por hidrocarbonetos.

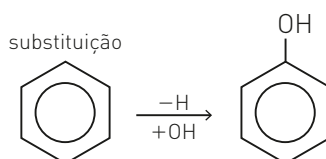
Em termos de poluição ambiental a partir do CO₂, o etanol (produzido a partir da cana-de-açúcar) é menos poluente que a gasolina.

Quilometragem por litro	Etanol	Gasolina	Conclusão
CO ₂ fóssil não renovável (g/km)	0	145	0 < 145

13. Alternativa c.

As substâncias que não são fenóis.

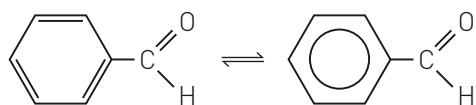
14. Alternativa a.



15.a) 100 mL de acetona correspondem a 80 g ou $\approx 1,38$ mol de acetona. Como a proporção em mol de cumeno para acetona é de 1 : 1, será necessário oxidar 1,38 mol de cumeno.

b) Aplicações do fenol: desinfetantes, fabricação de resinas, corantes, explosivos.

16.

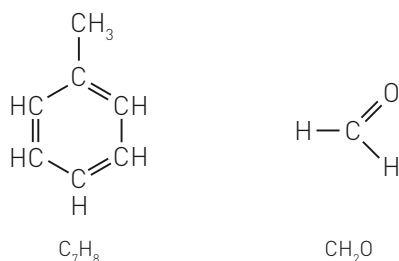


Benzaldeído

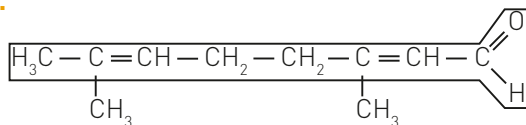
Corretas: I, II, IV, V e VI.

Falsa: III – molécula polar.

17. Alternativa d.



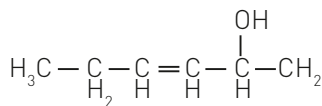
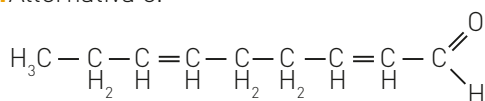
18.



3,7-dimetilocta-2,6-dienal; FM: $C_{10}H_{16}O$

Corretas: a, c.

19. Alternativa e.



Alifática, normal, insaturada e homogênea.

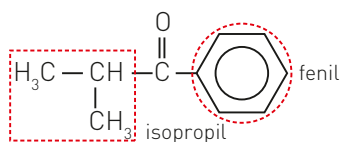
20.a) glicose: aldeído e álcool

sorbitol: álcool

A função que diferencia ambas é o aldeído.

b) 1 ligação pi (π) σ C $\frac{\sigma}{\pi}$ O

21. Alternativa e.

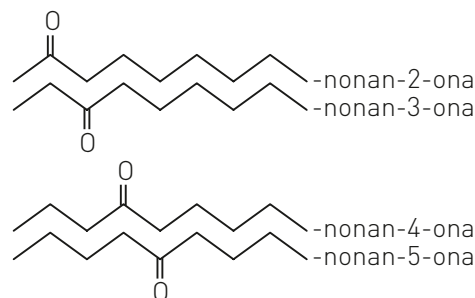


nome $\left\{ \begin{array}{l} \text{cetona fenílica e isopropílica} \\ \text{fenil isopropilcetona} = \text{função cetona} \end{array} \right.$

22. Alternativa c.

As moléculas apresentam ligações duplas entre carbonos, portanto são insaturadas.

23. a)



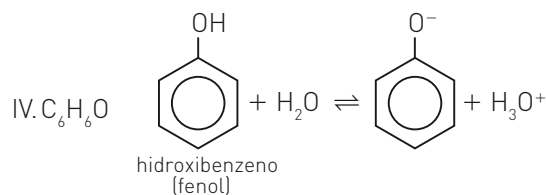
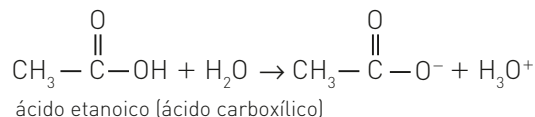
b) Nonan-5-ona.

c) Nonan-5-ona; dibutilcetona (cetona dibutílica).

24. Alternativa c.

As substâncias que originam soluções com $\text{pH} < 7$, quando dissolvidas em água, são:

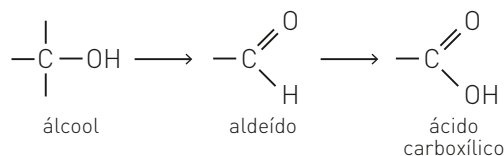
II. $C_2H_4O_2$



25. Alternativa b.

Como as substâncias apresentam grupo COOH , são ácidos carboxílicos.

26. Alternativa a.



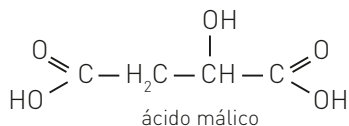
27. Alternativa d.

Aguardente $\Rightarrow$ álcool de cana $\Rightarrow$ —C—OH , que

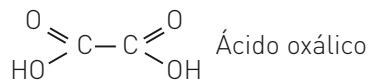
pode originar um aldeído —C=O (IV).

28. Alternativa b.

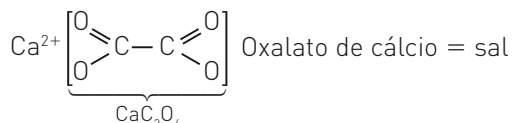
Ácido málico é ácido carboxílico $\Rightarrow$ tem carboxila $\Rightarrow$ $-\text{C} \begin{smallmatrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{smallmatrix}$ (COOH)



29. Alternativa d.

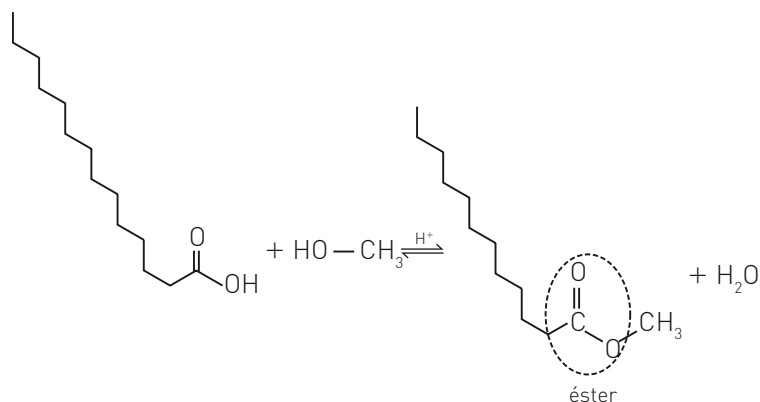


Corretas: III e V.



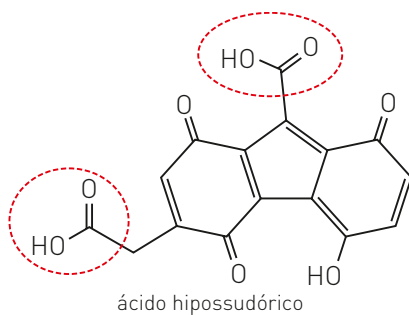
30. a) 1. éter; 2. cetona.

b)



31. Alternativa d.

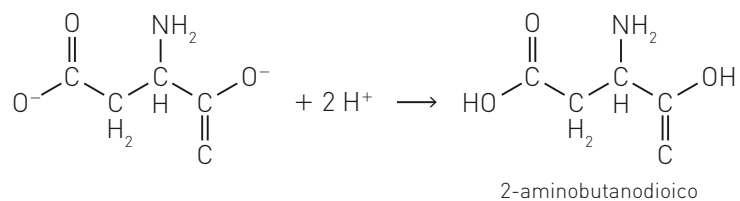
O ácido hipossudórico possui ação protetora mais eficaz, devido à maior quantidade de carboxilas.



32. Alternativa c.

O tecido branco fica rosa e, decorrido um tempo, a cor desaparece, devido ao fato de a amônia ser uma base muito volátil. No início o pH do meio é básico, fazendo com que a fenolftaleína fique rosa; porém, ao evaporar a amônia, o meio passa a ser neutro, fazendo a fenolftaleína voltar a ser incolor.

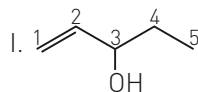
33. Alternativa a.



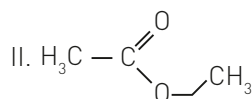
34. Alternativa d.

- A – éster.
B – ácido.
C – éster.
D – éter.

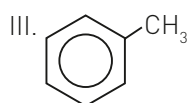
35.



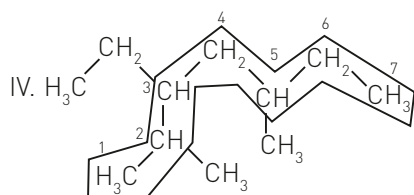
pent-1-en-3-ol



etanoato de etila ou acetato de etila

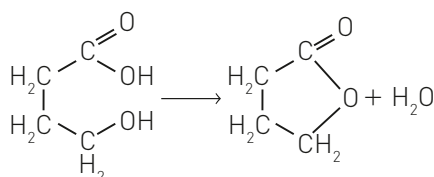


metilbenzeno ou tolueno



3-etil-2,5-dimetil-heptano

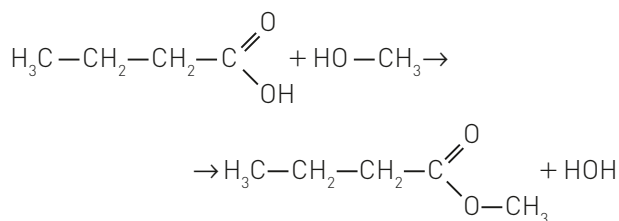
36. Alternativa b.



Éster cíclico com 4 carbonos.

37. Alternativa c.

A reação entre o ácido butanoico e o metanol pode ser representada por:



O éster obtido, o butanoato de metila, terá cheiro de maçã.

38. Alternativa a.

As funções orgânicas que caracterizam os feromônios de trilha e de alarme são, respectivamente, álcool e éster.

39. a) O_2 .

b) $\text{H}_3\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3$.

40.

a) A: $\text{H}_3\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3$; metoximetano

b) B: $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$; etoxietano

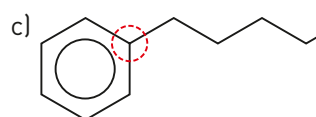
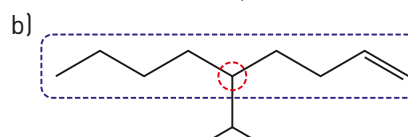
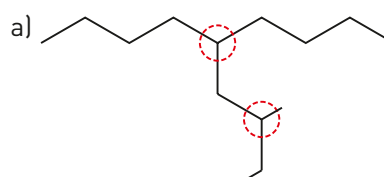
41. Alternativas corretas: 01, 02, 04 e 16.

[08] Incorreta. 5 mL de ácido em 100 mL de solução.

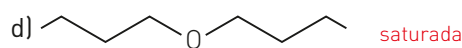
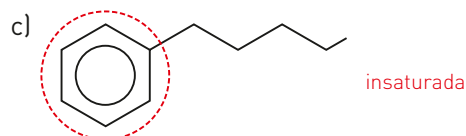
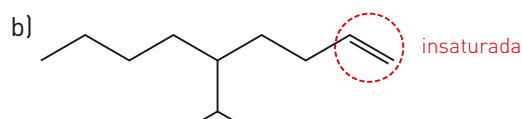
[32] Incorreta. Bifásico, pois o sal se dissolve na água presente no vinagre.

42. Alternativas corretas: 01, 08 e 16.

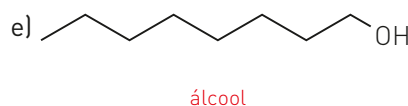
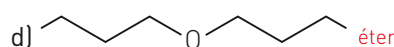
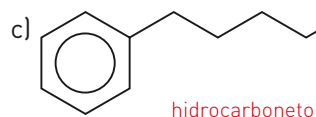
[01] Quanto ao número de ramificações, em A: 2, em B: 1 e em C: 1.



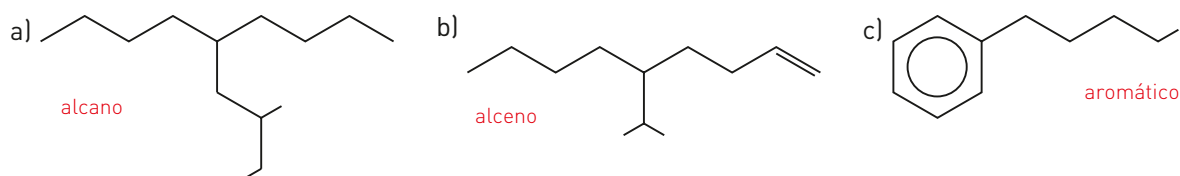
[02] Quanto ao tipo de cadeia carbônica, em B é insaturada, em C é insaturada e em D é saturada.



[04] Quanto ao tipo de função, C é um hidrocarboneto, D é um éter e E é um álcool.



[08] Quanto ao tipo de hidrocarboneto, A é um alceno, B é um alceno e C é um aromático.

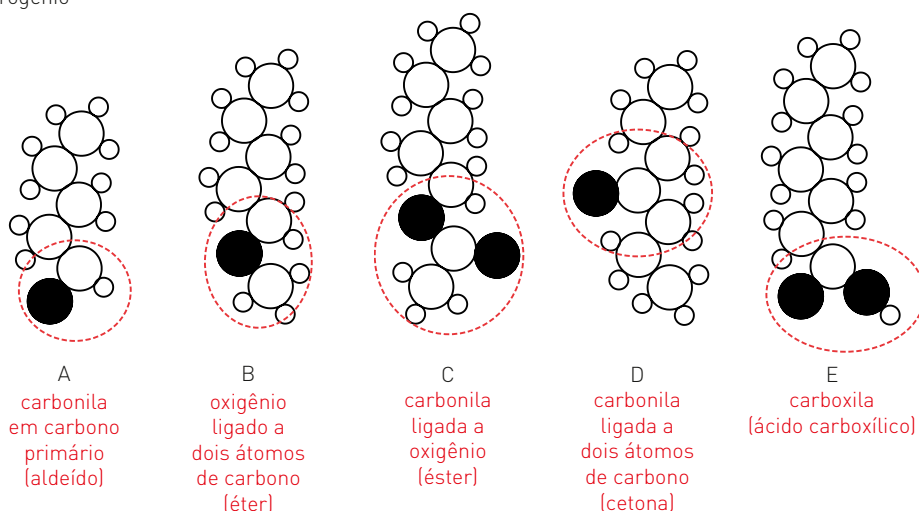


[16] Quanto à nomenclatura, C é o pentilbenzeno, D é o butoxibutano e E é o octanol.

43. Alternativa d.

A partir da observação da figura, teremos:

- Carbono
● Oxigênio
○ Hidrogênio



Capítulo 9

Funções orgânicas nitrogenadas

Neste capítulo, abordaremos somente as duas principais funções nitrogenadas: aminas e amidas. As demais aparecem em outros capítulos e, como a essa altura do curso o aluno já está familiarizado com a Química Orgânica, não haverá problemas de aprendizado. Outro fator motivador dessa atitude é o cansaço natural ocasionado pela apresentação de tantas funções, que pode provocar o desinteresse do aluno.

Objetivos do capítulo

Aminas

- Identificar uma amina;
- classificar as aminas;
- relacionar o nome oficial de uma amina com sua fórmula estrutural e vice-versa.

Amidas

- Identificar uma amida;
- relacionar o nome oficial de uma amida com sua fórmula estrutural e vice-versa.

Sugestões de abordagem

O professor pode começar as aulas sobre cada uma das funções comentando um composto conhecido dos alunos, mostrando sua fórmula estrutural e o nome. Após discutir algumas características e usos do composto escolhido, relacionar seu nome com sua estrutura e a partir daí detalhar as regras de nomenclatura.

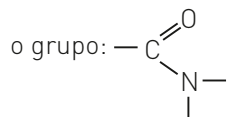
Como exemplo, veja sugestões para algumas funções:

Aminas

O interesse do aluno pode ser despertado pela análise de duas palavras: vitaminas e anfetaminas, e também pela citação de aminoácidos.

Amidas

Seria interessante recordar a primeira substância orgânica obtida em laboratório — a ureia —, ressaltando



Aproveitando a menção de aminoácidos, feita anteriormente, mostrar que essa estrutura já é conhecida dos alunos como ligação peptídica (proteínas).

É possível ainda citar que a ureia aparece na degradação de proteínas, está presente no sangue (taxa normal de 15 mg a 40 mg/100 mL de sangue) e é eliminada pela urina.

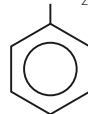
Fundamentando seus conhecimentos (p. 218)

1. I. $\text{CH}_3\text{—NH—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$
II. $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—CH—CH}_2\text{—CH}_3 \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}$

2. I. etilmetilamina
II. etilfenilisopropilamina

3. $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—N—CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$; $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$

4. NH_2 ; $\text{C}_6\text{H}_7\text{N}$



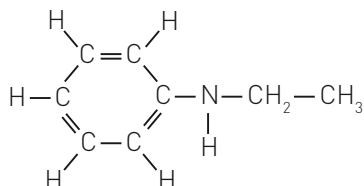
Cadeia aromática, homogênea e monocíclica.

5. $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—NH}_2$ butan-1-amina
 $\text{CH}_3\text{—NH—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$ metilpropilamina
 $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—N—CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ etildimetilamina

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 218)

1. I. $\text{NH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH—CH}_2\text{—CH}_3$
 $|$
 NH_2
II. $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—CH—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH—CH}_2\text{—CH}_3 \\ | \qquad \qquad | \\ \text{NH}_2 \qquad \qquad \text{NH}_2 \end{array}$

2. Alternativa a.

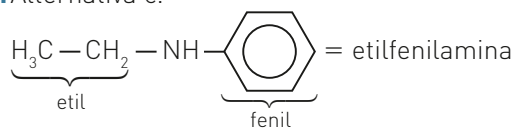


Cadeia mista, aromática, insaturada e heterogênea.

Função: amina secundária.

3. Alternativa c.

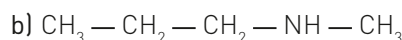
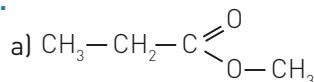
4. Alternativa c.



- 5.

- I. $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—NH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—NH}_3^+\text{Cl}^-$
II. $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C—CH}_2\text{—NH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array} + \text{HCl} \rightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—NH}_2^+\text{Cl}^- \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$

- 6.

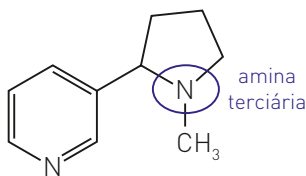


7. Alternativa e.

Análise das afirmações:

[I] Correta. Contém dois heterociclos.

[II] Correta. Apresenta uma amina terciária na sua estrutura.



[III] Correta. Possui a fórmula molecular $C_{10}H_{14}N_2$.

8. Alternativa a.

Conexão

Medicina (p. 221)

Amidos

1. O oxigênio.

2. O uso excessivo cria dependência.

3. a) Fenol e amida.

b) Está localizado no carbono 4, denominado posição para.

EXPLORE SEU MUNDO – LEIA AS BULAS (p. 221)

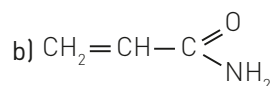
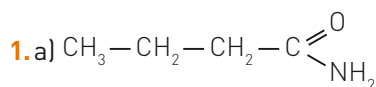
Professor, além da atividade enunciada na seção, que trata da presença de AAS em analgésicos e antitérmicos, você pode propor outras atividades que demonstrem os perigos da automedicação e, novamente, falar sobre os cuidados para evitar a proliferação do mosquito transmissor da dengue.

Para isso, você pode novamente recorrer à estratégia das entrevistas com familiares mais idosos, a fim de descobrir como as pessoas agiam quando estavam doentes, com gripes e resfriados até males menos comuns. É possível que muitas avós respondam que recorriam aos chás caseiros, o que permite provocar uma discussão sobre o que são os medicamentos fitoterápicos e homeopáticos. Você poderá, então, ampliar a pesquisa dos estudantes sobre essas formas de tratamento, discutindo vantagens e desvantagens, riscos, preparação dos medicamentos, entre outros tópicos que julgar pertinentes em função das dúvidas dos educandos. Os entrevistados poderão ainda relatar o uso de antitérmicos, analgésicos e anti-inflamatórios que podem ser adquiridos sem prescrição médica. É um bom momento para ampliar os conhecimentos de vigilância sanitária, proibições ou liberações de medicamentos no Brasil e no mundo, orientações da Organização Mundial da Saúde (OMS), entre outros. Outra

abordagem importante está relacionada à propagação de produtos farmacêuticos, como medicamentos analgésicos e vitaminas: Quem controla? Quem compra conhece benefícios e riscos? Quem ganha? Quando o assunto é medicamentos, é de interesse coletivo conhecer as denominações recentes, como medicamento genérico e similar. O que são? Quais são as vantagens? Por que o preço final é diferente em relação ao medicamento de marca? Quem regula? Como deve ser feita a prescrição? A duração do tratamento também é um grave problema no Brasil – muitos pacientes não terminam o tratamento prescrito, por inúmeras razões, levando o indivíduo a ter problemas mais sérios.

Diante de tantas possibilidades de abordagem, quando possível, um trabalho interdisciplinar mais amplo poderia ser solicitado aos estudantes, envolvendo a comunidade e os professores de outras áreas, como as de Biologia, História, Geografia, Português, Língua Estrangeira, Filosofia e Arte. Os grupos poderiam produzir cartazes, folhetos, pequenas interpretações, músicas, expressão corporal, vídeos curtos, esculturas, promovendo um dia dedicado à saúde, envolvendo temas como alimentação, exercícios físicos e medicamentos.

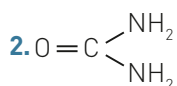
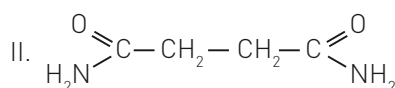
Fundamentando seus conhecimentos (p. 222)



2. a) butanamida
b) nonanamida
c) hexanamida
d) 2,4,4-trimetilpentanamida

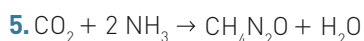
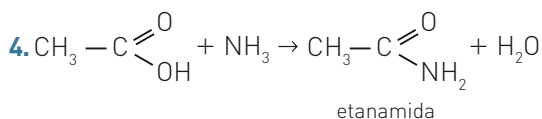
Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 222)

1. I. propanamida



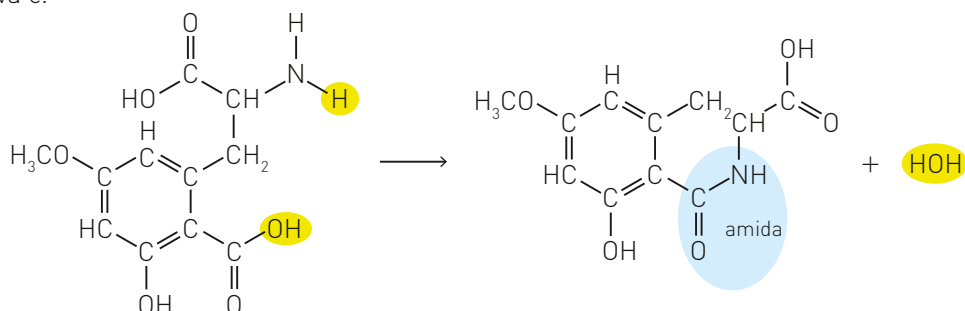
3. a) Amida.

- b) Proteínas ou ureia.



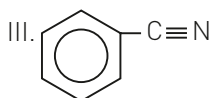
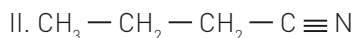
6. É usada em fertilizantes, polímeros, medicamentos, etc.

7. Alternativa c.

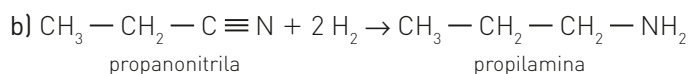
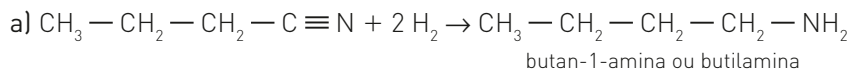


Fundamentando seus conhecimentos (p. 225)

1. I. butanonitrila



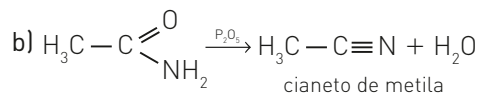
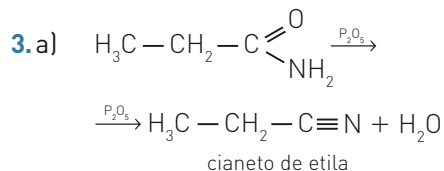
- 2.



Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 225)

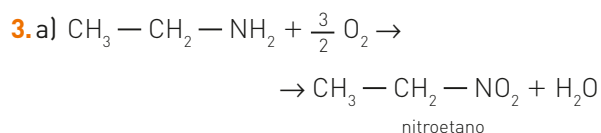
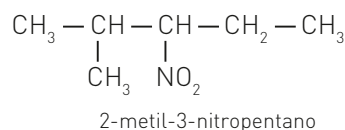
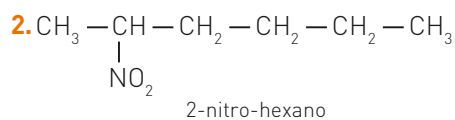
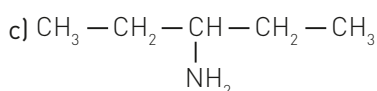
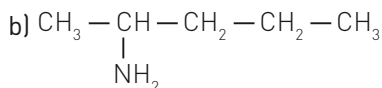
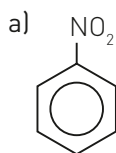
- I. $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{N}$
II. $\text{CH}_3 - \text{C} \equiv \text{N}$
III. $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{N}$

- I. V
II. F
III. V
IV. V



Fundamentando seus conhecimentos (p. 226)

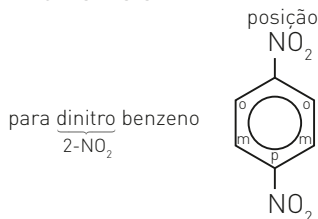
1.



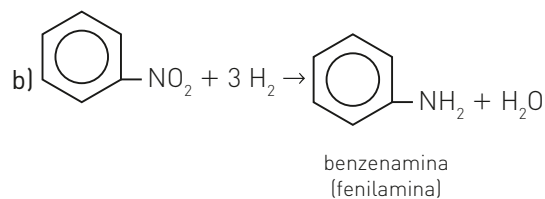
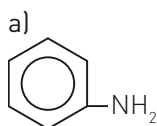
b) butano-1-amina

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 226)

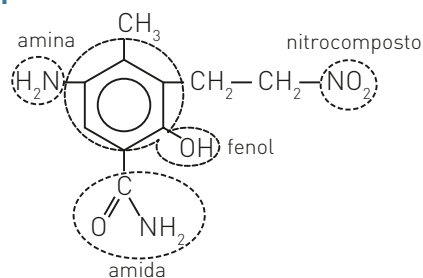
1. Alternativa a.



2.

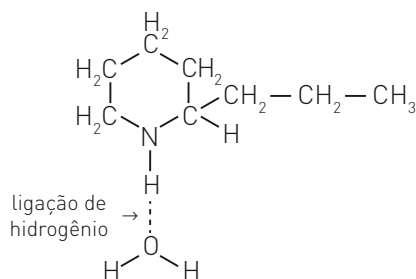


3.



Desafiando seus conhecimentos (p. 227)

1. Alternativas corretas: 08, 16 e 32.

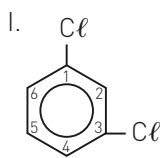


Massa molar = 127 g/mol

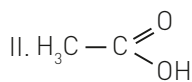
Amina alicíclica, saturada e heterogênea.

2. Alternativa b.

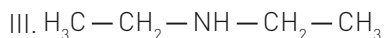
3. Alternativa d.



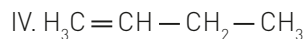
1,3-diclorobenzeno ou metadiclorobenzeno



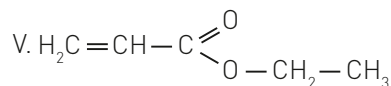
ácido etanoico ou acético



dietilamina

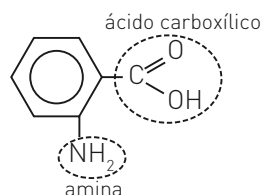


but-1-eno



propenoato de etila

4. Função mista.



5. Alternativa e.

I. Correto: não sofrem alteração.

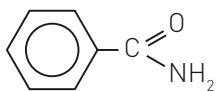
II. Correto: CH_3
|
 $-\text{N}-$ não sofrem alteração.

III. Correto:

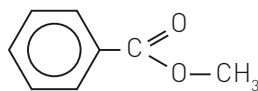
A molécula apresenta uma amina terciária.

6. Alternativa c.

7. a)

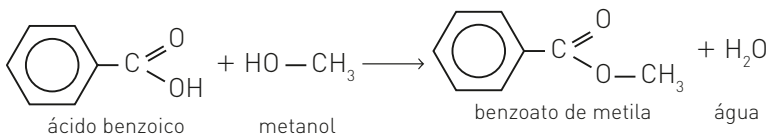


benzamida

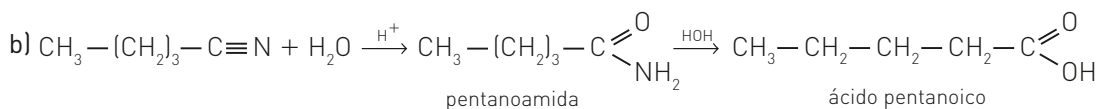
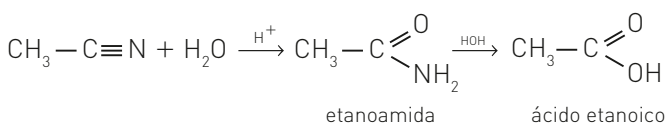


benzoato de metila

b)



8. a)



9. Alternativa e.

Teremos:

a) Aldeído (II).

b) Amina (IV).

c) Álcool (III).

d) Éter (V).

e) Ác. carboxílico (I).

10. Alternativa e.

Os versos que contêm notas musicais relacionadas aos grupos funcionais aminas, ácidos carboxílicos e álcoois estão descritos nas linhas 9 (sol lá si do dó dó) e 12 (sol lá si do do do).

Notas musicais	Simbologia química	Função orgânica
Dó ou do	—OH	álcool
Ré ou re	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—} \end{array}$	cetona
Mi	—CH ₃	
Fá ou fa	$\begin{array}{c} \text{—CH}_2 \\ \end{array}$	
Sol	—NH ₂	amina
Lá ou la	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$	ácido carboxílico
Si	$\begin{array}{c} \\ \text{—C—} \\ \end{array}$	

11. Alternativa a.

12. Alternativa e.

a) Incorreta. Um hidrocarboneto possui apenas átomos de carbono e hidrogênio.

b) Incorreta. A benzocaína possui uma estrutura insaturada, pois apresenta ligações duplas entre carbonos.

c) Incorreta. Em ambas as estruturas a cadeia principal é o anel benzênico, sendo, portanto, classificadas como cadeia homogênea.

d) Incorreta. O eugenol apresenta as funções: fenol e éter.

e) Correta. A benzocaína apresenta o grupo amina (NH₂) ligada ao anel benzênico que apresenta duplas-ligações, ou seja, é insaturada.

13. Alternativa c.

14. Alternativa b.

A trimetilamina será a primeira a sofrer ebulição devido a sua menor massa molar e a seu maior número de ramificações.

15. Alternativa b.

O caráter apolar é predominante nessa substância; assim, ela é insolúvel em água.

16. Alternativa d.

A propilamina faz ligações de hidrogênio, enquanto o éter possui interações do tipo dipolo permanente, e o butano interage apenas a partir de forças do tipo dipolo induzido.

17. Alternativa b.

18. Alternativa b.

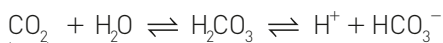
A efedrina possui a função orgânica amina e, em solução aquosa, apresentará pH básico (as aminas apresentam caráter básico no conceito de Lewis).

19. a) Nome da função orgânica em comum: amina.

Fórmula molecular da adrenalina: C₉H₁₃NO₃.

b) Quanto menor a acidez, menor a concentração de cátions H⁺ e maior o valor do pH.

A adrenalina aumenta a frequência respiratória, ou seja, a oxigenação do sangue e, consequentemente, a concentração de CO₂ diminui.



Conclusão: o equilíbrio desloca para a esquerda e o pH aumenta.

Conclusão: o equilíbrio desloca para a esquerda e o pH aumenta.

20. Alternativa b.

Na estrutura do ácido hipúrico, além do grupo ácido carboxílico, pode-se identificar a função oxigenada amida.

21. Alternativa c.

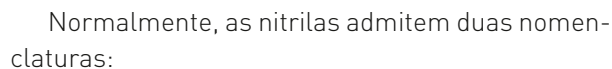
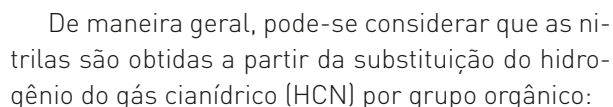
Funções orgânicas halogenadas, sulfonadas e organometálicos

O professor pode apresentar alguns haletos orgânicos, como clorofórmio e freon, e, a partir de suas fórmulas estruturais, citar a nomenclatura delas. Mostrar características e aplicações de acordo com o texto.

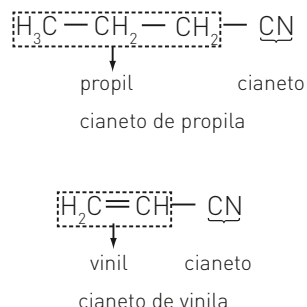
Algo a mais

A seguir são mostradas outras funções com as regras de nomenclatura, que, a critério do professor, podem ou não ser utilizadas em sala de aula.

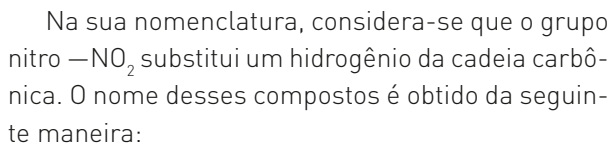
As nitrilas apresentam o seguinte grupo funcional:



Veja alguns exemplos:

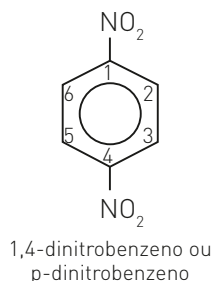
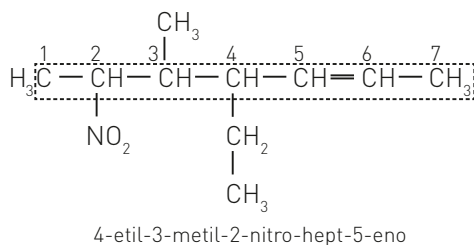
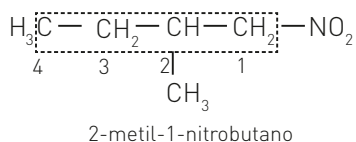


Os nitrocompostos são caracterizados pela presença do grupo funcional:

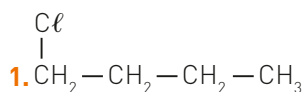


nitro + nome do hidrocarboneto correspondente

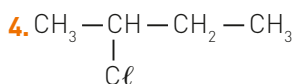
A numeração da cadeia carbônica deve ser iniciada a partir da extremidade mais próxima do grupo funcional.



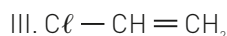
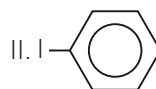
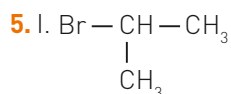
Fundamentando seus conhecimentos (p. 235)



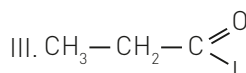
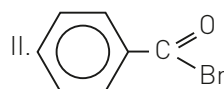
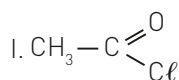
2. 1-clorobutano.



2-clorobutano

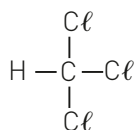


6.

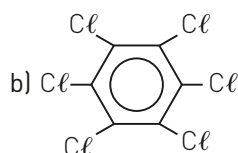
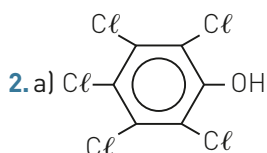


Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 236)

1. Alternativa a.



função haleto orgânico

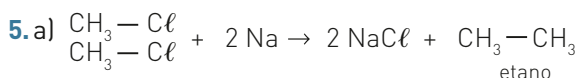
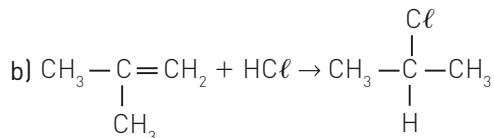


3. Alternativa c.

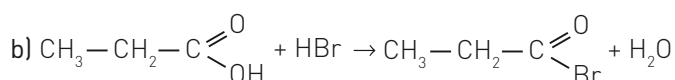
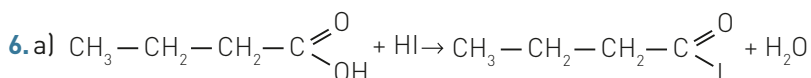
Funções em comum: $\begin{cases} (-\text{Cl}) \text{ haleto orgânico} \\ -\text{O}- \text{ éter} \end{cases}$

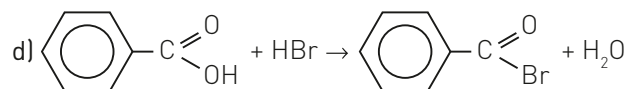
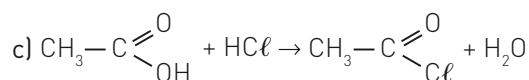
4. a) I. but-2-eno

II. 2-clorobutano

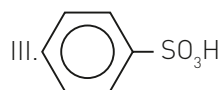
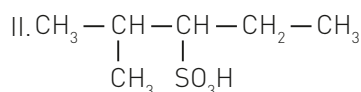
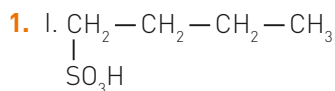


b) Cloreto de n-propila ou 1-cloropropano.



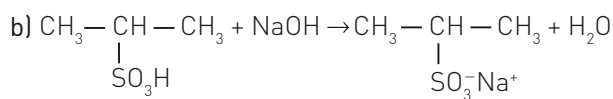
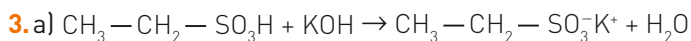


Fundamentando seus conhecimentos (p. 238)

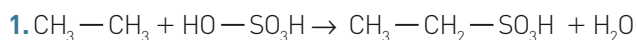


2. a) ácido hexano-3-sulfônico

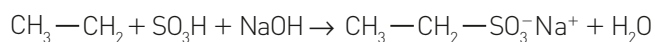
b) ácido heptano-2-sulfônico



Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 239)

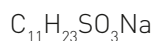


A – ácido etanossulfônico

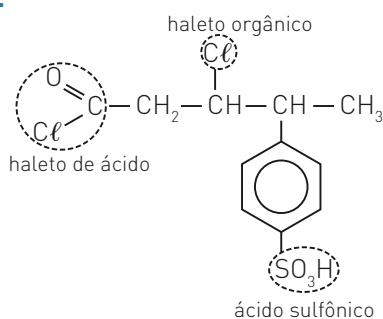


B – etanossulfonato de sódio

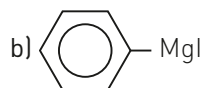
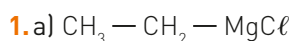
2. undecano-1-sulfonato de sódio



3.



Fundamentando seus conhecimentos (p. 240)

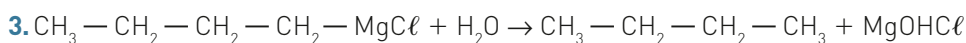
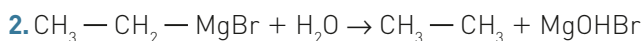
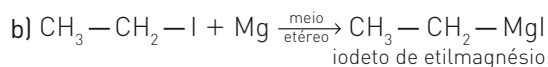
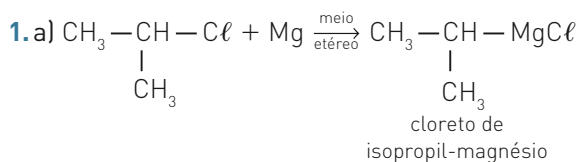


2. I. brometo de tercbutil-magnésio

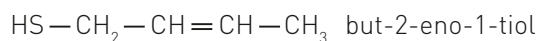
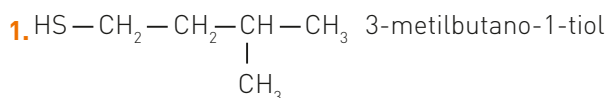
II. cloreto de vinilmagnésio

III. brometo de propilmagnésio

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 240)

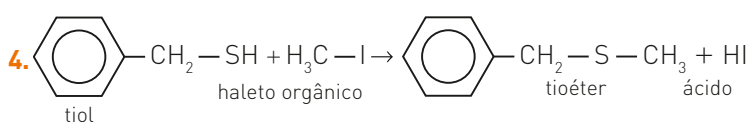


Fundamentando seus conhecimentos (p. 242)



2. 3-metilbutano-1-tiol tem cadeia ramificada, saturada, homogênea e alifática.
 But-2-eno-1-tiol tem cadeia alifática, normal, insaturada e homogênea.

3. O 3-metilbutano-1-tiol.

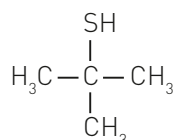


Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 242)

1. a) sulfeto de metiletila

- b) sulfeto de dietila

2. Alternativa b.



3. I. C

- II. A

- III. B

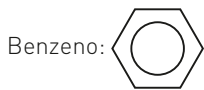
4. A: pentano-3-tiona

- B: sulfeto de dietila

- C: pentano-3-tiol

Desafiando seus conhecimentos (p. 242)

1. Éter: $\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_3$



Etanol: $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$

Acetona: $\text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3$
 $\parallel$
 O

Diclorometano: CH_2Cl_2

Água: H_2O

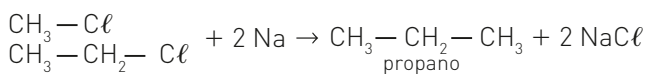
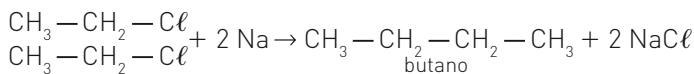
2. Alternativa c.

Hidrocarbonetos halogenados

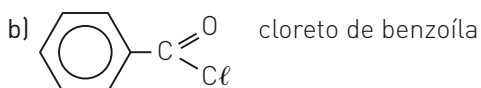
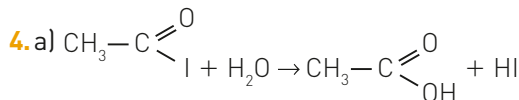
Hidrocarbonetos compostos de CH



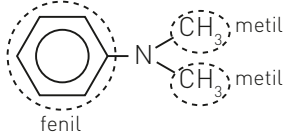
3.a) CH_3-Cl
 $\text{CH}_3-\text{Cl} + 2 \text{Na} \rightarrow \underset{\text{etano}}{\text{CH}_3-\text{CH}_3} + 2 \text{NaCl}$



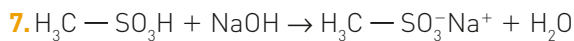
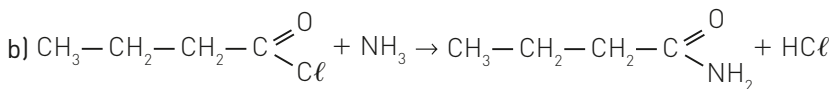
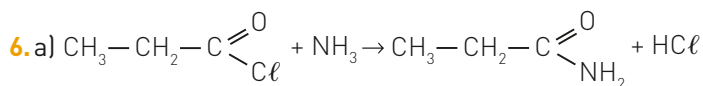
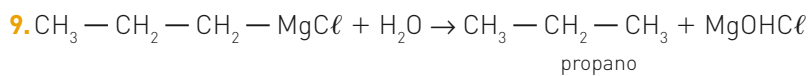
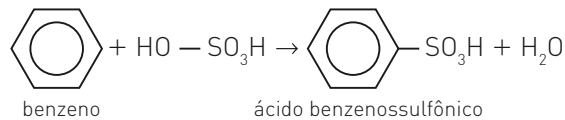
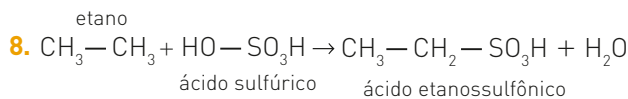
b) Podemos usar clorometano e clorobutano; ou cloroetano e cloropropano.

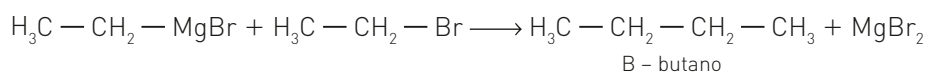
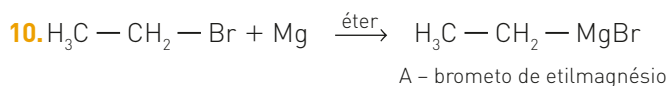


5. Alternativa a.

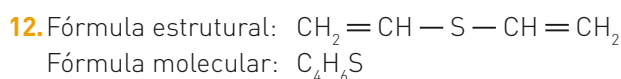
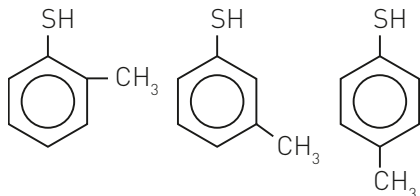


3 grupos ligados ao N = amina terciária
fenildimetilamina


$$1 \text{ mol} \longrightarrow 1 \text{ mol}$$
$$1 \text{ mol} \text{ ————— } 40 \text{ g}$$
$$1 \text{ mol} \text{ ————— } x$$
$$x = 80 \text{ g de NaOH}$$




11.



Atividade prática (p. 244)

Investigando a presença de oxigênio

1. iodo: I_2

álcool: $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{OH}$

éter: $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$

acetona: $\text{H}_3\text{C} - \overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}} - \text{CH}_3$

2. C e H

3. H_2O e H_3CCOOH (ácido acético)

4. Oxigênio presente – castanho
 Oxigênio ausente – avermelhado

5. Porque ele sofre sublimação.

Leia, analise e responda – Anticoncepcionais e seus riscos (p. 245)

1. 53 ligações sigma e 3 ligações pi.

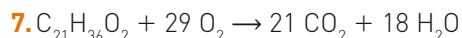
2. a) insaturada.
 b) heterocíclica.
 c) não aromática.

3. 3 carbonos primários, 11 carbonos secundários, 5 carbonos terciários e 2 carbonos quaternários.

4. Progesterona: $\text{C}_{21}\text{H}_{30}\text{O}_2$.
 Pregnanodiol: $\text{C}_{21}\text{H}_{36}\text{O}_2$.

5. Progesterona: cetona.
 Pregnanodiol: álcool.

6.
 1 mol progesterona — 314 g — 100%
 21 mol de carbono — 252 g — x
 x = 80,25% em massa de carbono



8.
 314 g progesterona — 924 g CO_2
 x — 92,2 g CO_2
 x = 31,33 g progesterona

9.

Etanol:

Etanal:

Ácido acético:

Etoxietano:

10. O pregnandiol é mais solúvel, pois consegue fazer ligações de hidrogênio através do grupo OH.

11. Pesquisa a ser realizada pelo aluno.

Unidade 4 – Sinopse das funções orgânicas

Na unidade 4, trabalharemos as substâncias com funções mistas e as propriedades físicas dos compostos moleculares.

Uma vez que as funções foram vistas detalhadamente na unidade anterior, sugerimos usar o capítulo 11 para fixar a identificação dessas funções. Isso ajudará o aluno a não sofrer tentando memorizar grupos funcionais e nomenclaturas, uma vez que ele terá esse conhecimento incorporado pelo uso constante.

Priorize a apresentação de substâncias de que o aluno já ouviu falar, como os aminoácidos e o ácido acetilsalicílico.

O trabalho com aminoácidos é uma ótima oportunidade para relacionar Biologia e Química.

Acreditamos que a nomenclatura de compostos com funções mistas tenha importância secundária diante do reconhecimento dos grupos orgânicos. Por isso, esse tópico pode ser trabalhado de acordo com a disponibilidade de tempo do professor e com o perfil da classe.

Baseando-se na característica de semelhantes se dissolverem em semelhantes, discuta com a sala a solubilidade dos compostos orgânicos, chamando a atenção para o caráter apolar dos hidrocarbonetos. Discuta a relação do álcool adicionado à gasolina e então aborde simplificada o teor regulamentado de álcool na gasolina. Não se aprofunde no tema, porque isso será visto novamente em reações orgânicas.

Trabalhe o capítulo 11 sempre comparando a polaridade das moléculas orgânicas com água e relacione esse caráter com a TE e as forças intermoleculares.

Objetivos da unidade

- Entender a formação das ligações peptídicas;
- associar os grupos funcionais às suas funções;
- relacionar as propriedades físicas de diversos compostos orgânicos.

Ideias iniciais

Sugere-se que o professor utilize os seguintes conteúdos presentes no material de apoio para iniciar o trabalho na unidade. Endereços eletrônicos acessados em: 24 ago. 2018.

- Perfumes: uma química inesquecível (discussão sobre a química dos perfumes, fontes originais

das essências e propriedades físicas dos compostos orgânicos relacionadas à estrutura dos perfumes) – *Química Nova na Escola*, n. 4, p. 4: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc04/quim_soc.pdf>.

- Extraíndo óleos essenciais de plantas: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a10.pdf>>.

O estudo dos perfumes é um assunto que sempre gera bastante curiosidade nos alunos, podendo ser um excelente ponto de partida para o estudo de compostos que apresentam diversas funções orgânicas em sua estrutura, ou seja, os compostos de função mista.

Material de apoio

Apresentamos a seguir sugestões para a ampliação dos temas abordados na unidade e, eventualmente, para ajudá-lo nas pesquisas solicitadas aos alunos. É altamente recomendável que, caso pretenda compartilhar essas sugestões com eles, você tenha acesso prévio a elas, para avaliar sua adequação, principalmente quando se tratar de conteúdo de endereços eletrônicos não exclusivamente educativos (como é o caso do YouTube). Endereços eletrônicos acessados em: 17 jul. 2018.

- Projeto ecóleo: <www.ecoleo.org.br>.
- Projeto vai reciclar 25 milhões de litros de óleo de cozinha: <<http://exame.abril.com.br/meio-ambiente-e-energia/noticias/projeto-vai-reciclar-25-milhoes-de-litros-de-oleo-de-cozinha>>.
- A Química do corpo humano: tensão superficial nos pulmões (aborda a função do surfactante pulmonar presente nos alvéolos pulmonares) – *Química Nova na Escola*, n. 16, p. 3: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc16/v16_A02.pdf>.
- Anemia falciforme: <<http://drauziovarella.com.br/letras/a/anemia-falciforme/>>.
- Associação de Anemia Falciforme do Estado de São Paulo: <<http://www.aafesp.org.br/oque-anemia-falciforme.shtml>>.
- Médicos pedem aval para técnica que pode curar anemia falciforme – *Folha de S.Paulo*, 18 maio 2013: <www1.folha.uol.com.br/eqilibrioesaude/2013/05/1280823-medicos-pedem-aval-para-tecnica-que-pode-curar-anemia-falciforme.shtml>.

Objetivos do capítulo

- Descrever o que é um aminoácido;
- identificar diferentes funções existentes nos compostos orgânicos.

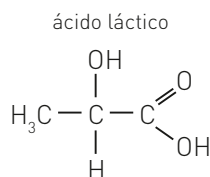
Sugestões de abordagem

O professor pode começar a aula explicando os α aminoácidos e a formação de uma ligação peptídica. A seguir, usando como exemplos a adrenalina e o ácido acetilsalicílico, indicar suas aplicações, ressaltando os grupos funcionais presentes nessas estruturas.

Em seguida, com as atividades propostas, treinar os alunos no reconhecimento dos grupos funcionais.

Algo a mais

Funções mistas

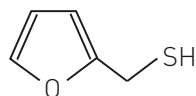


Os dois isômeros ópticos do ácido láctico podem ser obtidos a partir do leite azedo e de uma fermentação anaeróbica da lactose presente no leite fresco. As bactérias presentes no leite degradam a lactose e liberam o ácido láctico, provocando a coagulação do leite ao aglutinar as gotículas de gorduras e proteínas. Esse processo, controlado, é usado na produção de iogurtes.

No nosso organismo, o ácido láctico é produzido pela ação de enzimas sobre a glicose, nas glândulas sudoríparas. Por isso, o suor tem sabor ácido. O ácido láctico inibe a excreção de sais de ácido úrico pela urina, o que pode provocar a deposição dos uratos nas pequenas juntas do nosso corpo, causando a “gota”, uma doença extremamente dolorosa.

No intestino dos lactentes, o ácido láctico é produzido pela bactéria *Lactobacillus bifidus* provavelmente a partir do ácido linoleico presente no leite humano.

Assim, o meio torna-se ácido o bastante para impedir o desenvolvimento de outras bactérias nocivas.

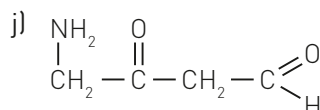
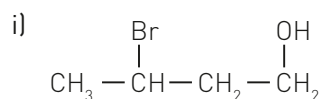
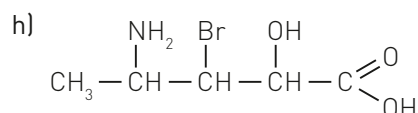
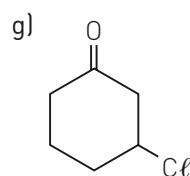
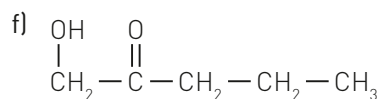
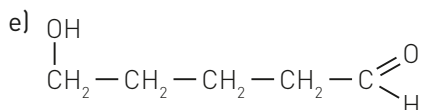
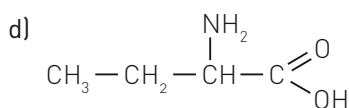
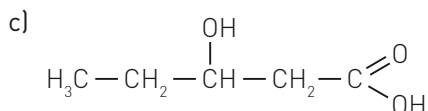
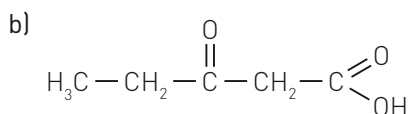
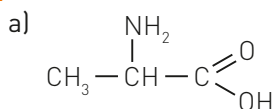


aroma de café ($\text{C}_5\text{H}_6\text{OS}$)

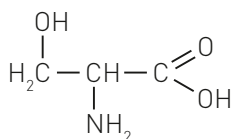
O principal responsável pelo aroma característico do café é o 2-furilmetano.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 249)

1.

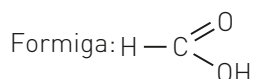
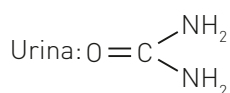
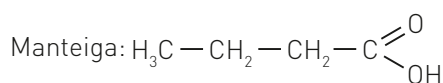
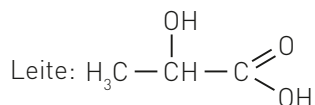


2. Alternativa a.

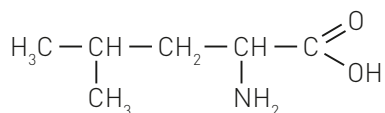


ácido 2-amino-3-hidroxiopropanoico

3. Alternativa e.

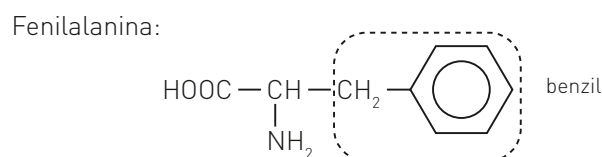
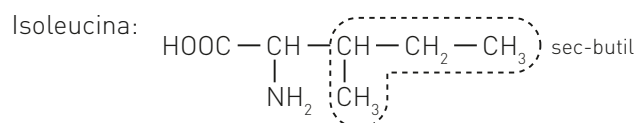
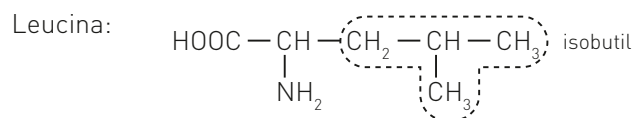
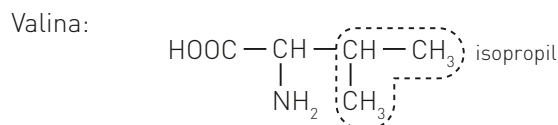
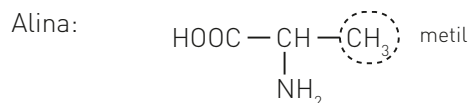


4. Alternativa b.



ácido 2-amino-4-metilpentanoico

5. Alternativa d.



6. Alternativa a.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 255)

- I. álcool;
II. hidrocarboneto;
III. ácido carboxílico;
IV. éter;
V. éster;
VI. amina.
- I. éter e cetona;
II. amina e ácido carboxílico;
- III. fenol e éster;
IV. éster, enol e álcool.
- Vitamina A: álcool. Vitamina E: fenol, éter.
- Cetona e álcool.
- Penicilina-G: amida, tioéter e ácido carboxílico.
Tetraciclina: fenol, álcool, cetona, enol, amina, amida.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 256)

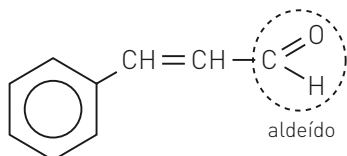
- Éster.
- a) Aldeído. c) Cetona.
b) Aldeído.
- Fenol, éter.
- Aldeído, éter, fenol.
- Éter, amida.

6. A = éter, fenol, cetona;
B = éter, cetona.

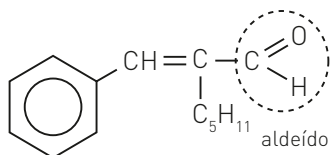
7. Éter, amida.

8. Alternativa d.

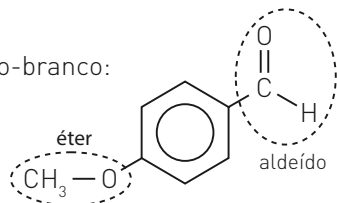
Canela:



Jasmim:



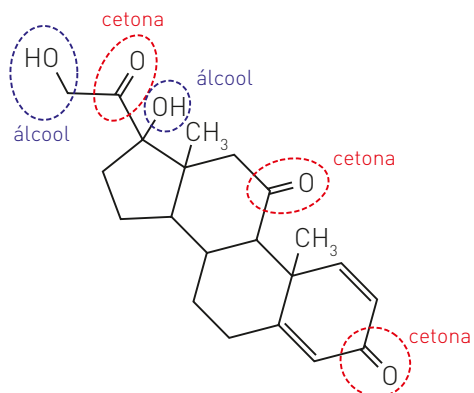
Espinheiro-branco:



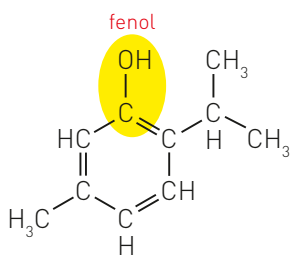
9. Alternativa e.

Nas fórmulas estruturais planas dos açúcares apresentados temos as seguintes funções químicas:
Figura 1 – aldeído e álcool. Figura 2 – aldeído e álcool.

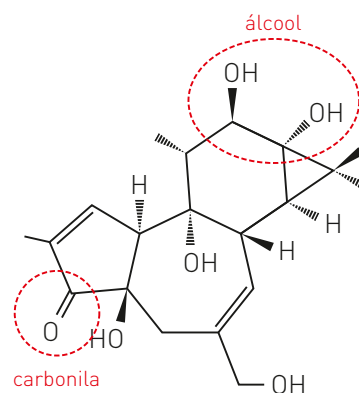
10. Alternativa c.



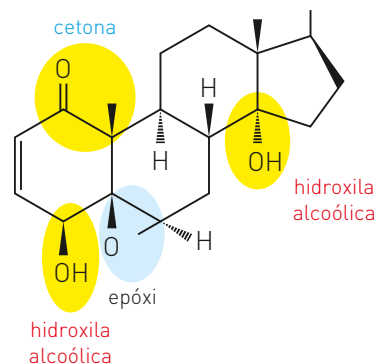
11. Alternativa a.



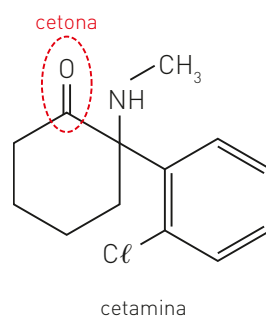
12. Alternativa e.



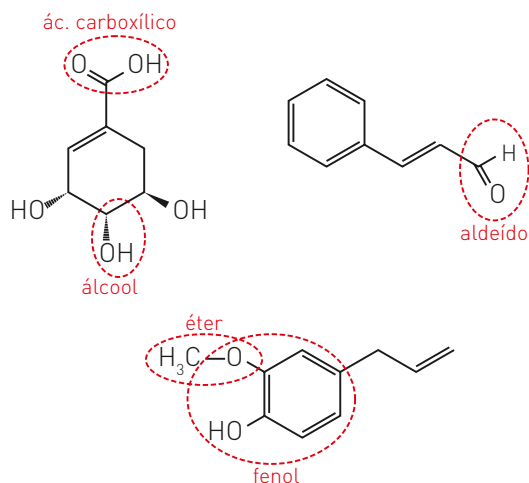
13. Alternativa c.



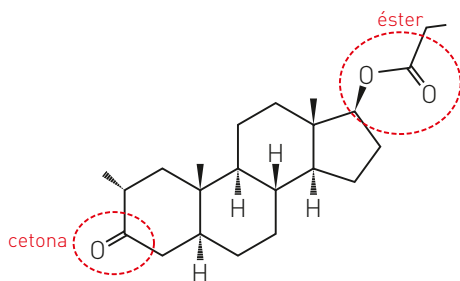
14. Alternativa c.



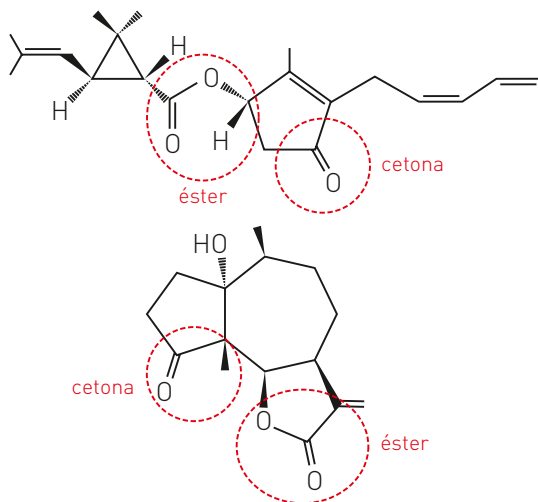
15. Alternativa b.



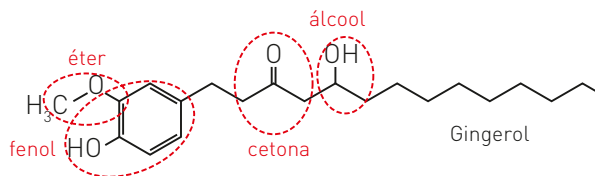
16. Alternativa e.



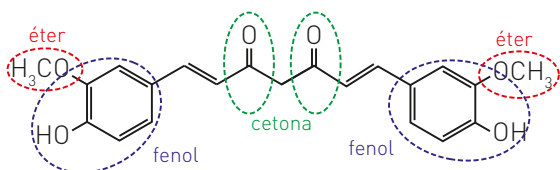
17. Alternativa b.



18. Alternativa e.

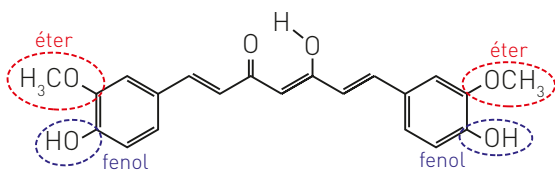


19. a) Grupos característicos das três funções orgânicas presentes nesse composto (éter, fenol e cetona):



b) Fórmula molecular da curcumina: $C_{21}H_{20}O_6$.

20. Alternativa b.

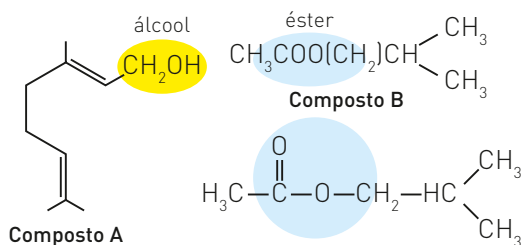


21. Alternativa a.

As amidas são formadas pela reação de uma amina com um ácido carboxílico.

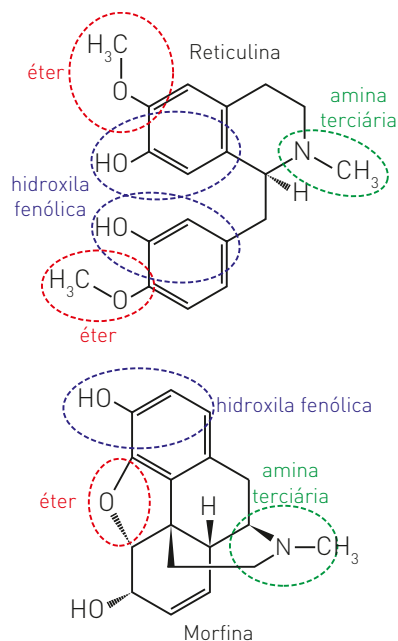
22. Alternativa a.

As funções orgânicas que caracterizam os feromônios de trilha e de alarme são, respectivamente, álcool e éster.



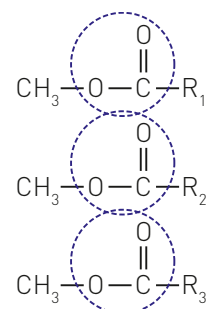
23. Alternativa c.

A reticulina e a morfina apresentam as funções éter e hidroxila fenólica e, também, amina terciária (átomo de nitrogênio ligado a três átomos de carbono):

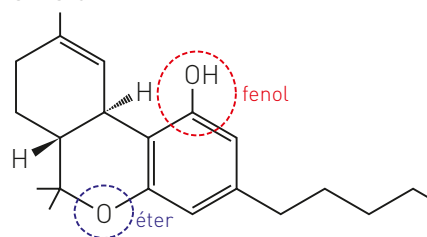


24. Alternativa b.

O biodiesel é formado por reações de transesterificação e tem como função química o éster, cujo grupo funcional está circulado de azul na figura ao lado.



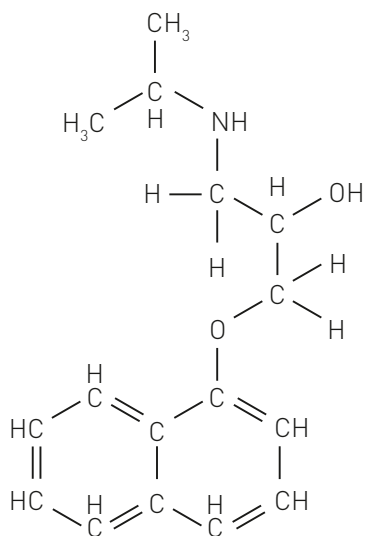
25. Alternativa b.



Desafiando seus conhecimentos (p. 263)

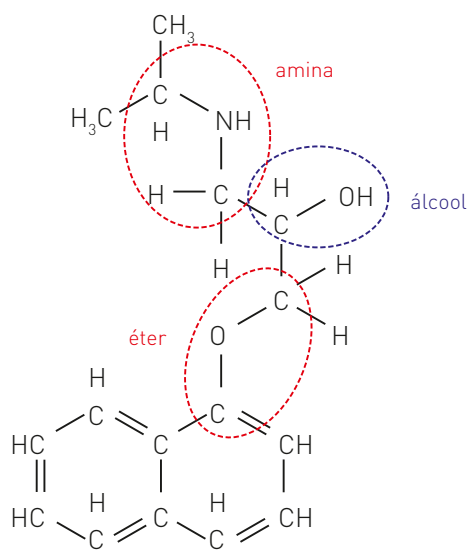
1. Alternativa a.

O propanolol possui: $C_{16}H_{21}NO_2$, como ilustrado:



Propanolol

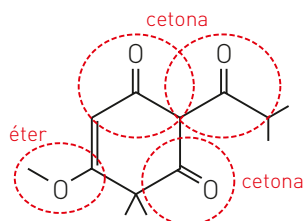
As funções são:



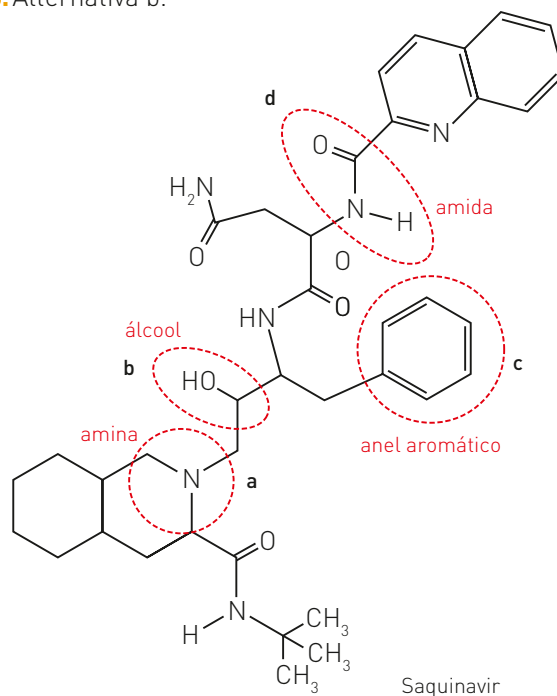
Propanolol

2. Alternativa c.

Teremos:



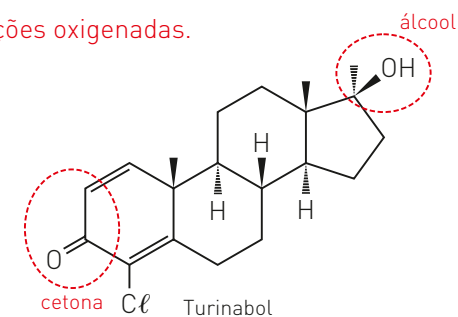
3. Alternativa b.



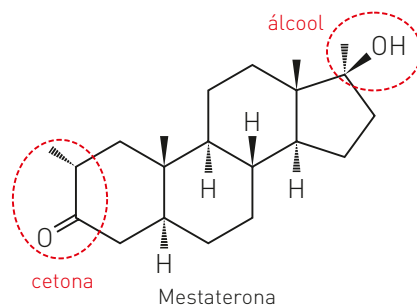
Saquinavir

4. Alternativa a.

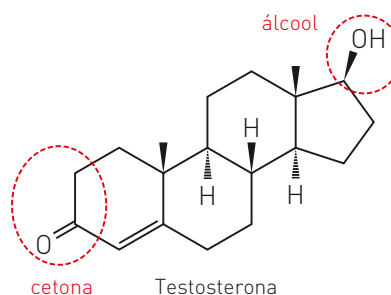
Funções oxigenadas.



Turinabol

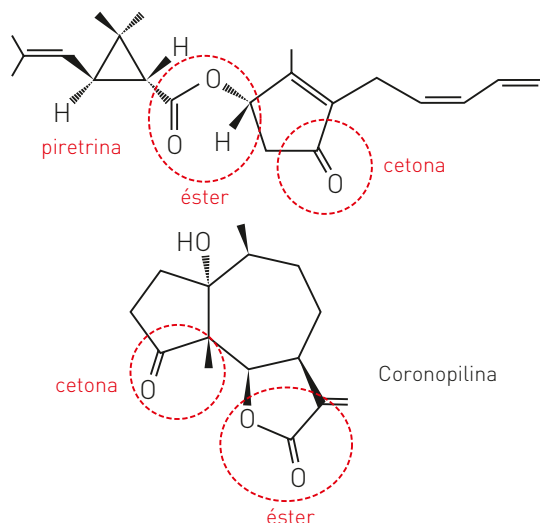


Mestaterona



Testosterona

5. Alternativa b.



6. Alternativa e.

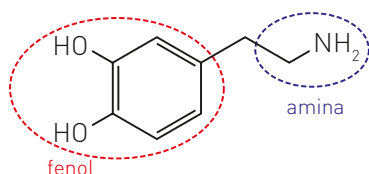
- Incorreta. Um hidrocarboneto possui apenas átomos de carbono e hidrogênio.
- Incorreta. A benzocaína possui uma estrutura insaturada, pois apresenta ligações duplas entre carbonos.
- Incorreta. Em ambas as estruturas a cadeia principal é o anel benzênico, sendo, portanto, classificadas como cadeia homogênea.
- Incorreta. O eugenol apresenta as funções fenol e éter.
- Correta. A benzocaína apresenta o grupo amina (NH_2) ligado ao anel benzênico que apresenta duplas ligações, ou seja, é insaturada.

7. Alternativa b.

- Incorreta. O composto II não apresenta o grupo carbonila.
- Correta. A cadeia principal do composto II apresenta: 8 carbonos, 2 ligações duplas, duas ramificações metila e o grupo funcional álcool; assim, seu nome oficial será 3,7-dimetil-oct-2,6-dien-1-ol, cuja fórmula molecular será $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$.
- Incorreta. O composto 3 apresenta: 11 carbonos e uma ligação dupla em sua cadeia principal, e o grupo funcional aldeído; assim, seu nome oficial será 10-undecenal.

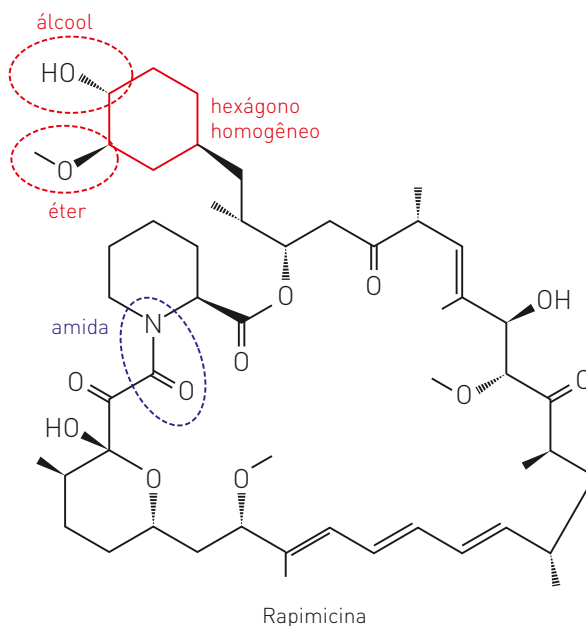
8. Alternativa a.

A dopamina apresenta as funções fenol e amina.

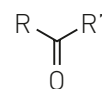


9. a) Função orgânica nitrogenada presente na estrutura: amida.

Funções orgânicas oxigenadas em que os grupos funcionais estão associados ao hexágono homogêneo: álcool e éter.

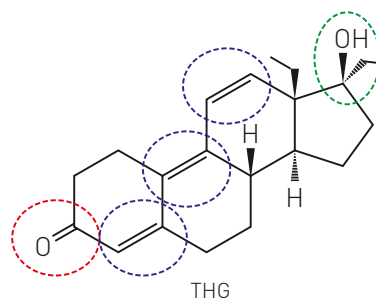


- Representação do grupo funcional que caracteriza a classe funcional das cetonas nessa estrutura molecular:



10. Alternativa e.

Na molécula do THG teremos grupos funcionais característicos de cetona (circulado de vermelho), alcenos (circulados de azul) e álcool (circulado de verde), como mostra a figura abaixo:



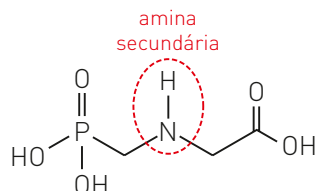
11. Alternativa d.

- Incorreta. A vitamina A apresenta a função álcool (presença de OH ligado a carbono saturado).

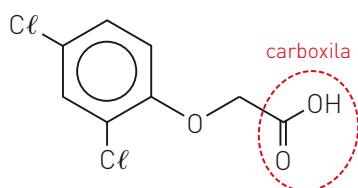
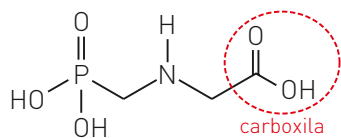
- b) Incorreta. Os grupamentos $-OH$ presentes nas carboxilas ($-COOH$) conferem caráter ácido ao ácido cafeico e ao ácido neoclorogênico.
- c) Incorreta. O aroma da erva-mate não pode ser atribuído ao núcleo benzênico.
- d) Correta. O número de átomos de hidrogênio na molécula de vitamina A ($C_{20}H_{30}O$) é maior do que na do ácido neoclorogênico ($C_{16}H_{16}O_9$).
- e) Incorreta. O ácido neoclorogênico é muito solúvel em água, por causa de seus numerosos grupamentos hidroxila, muito polares.

12. Alternativas corretas: 04 e 16.

- [01] Incorreta. As moléculas de I e II não apresentam grupo funcional carbonila na ponta da cadeia, assim não podem ser caracterizadas pela função aldeído.
- [02] Incorreta. A molécula de III não apresenta grupo funcional carbonila no meio da cadeia, sendo assim impossível que possua função cetona.
- [04] Correta.



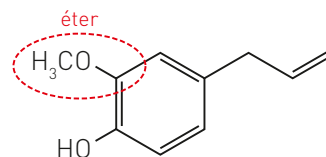
- [08] Incorreta. O átomo de fósforo apresenta 5 elétrons em sua camada de valência.
- [16] Correta.



- [32] Incorreta. As moléculas I, II, e III são polares e solúveis em água.

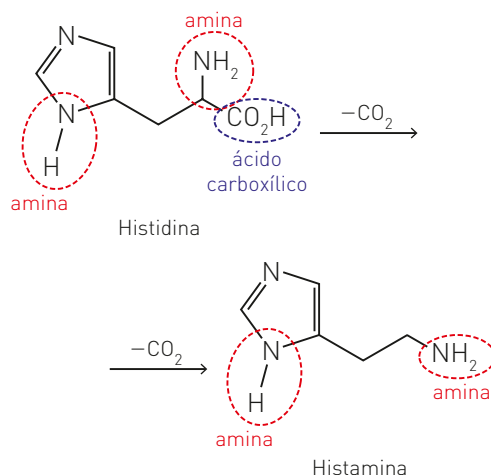
13. • Insaturada e mista.
- Cortisol: cetona;
 - Melatonina: amida.

14. Alternativa b.



15. Alternativa d.

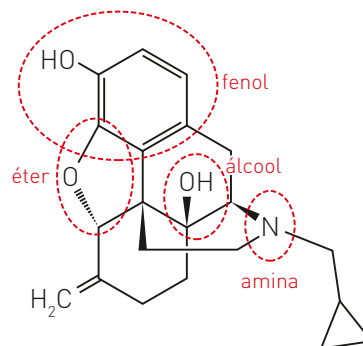
Nas estruturas de histidina e histamina, estão presentes as funções orgânicas ácido carboxílico e amina.



16. Alternativa d.

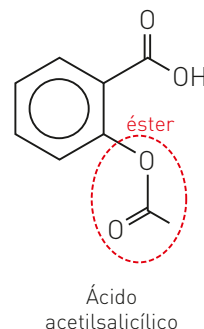
17. Alternativa c.

Fórmula estrutural da molécula de nalmeveno

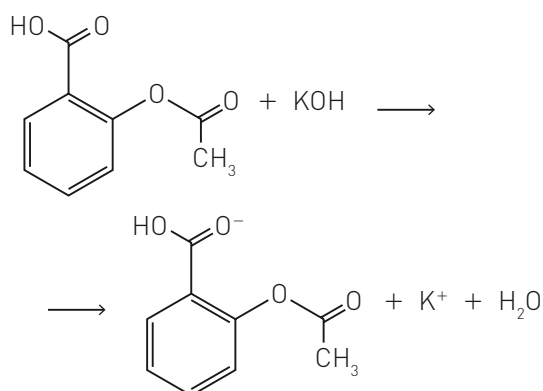


Sendo assim, a única função que não está presente é a função éster.

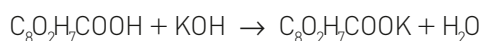
18. a) Éster:



b) Teremos:



c) Teremos:



$$\left\{ \begin{array}{l} 15 \text{ mL} \\ 0,01 \text{ M} \\ n = 0,01 \cdot 15 \cdot 10^{-3} \\ n = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \end{array} \right\}$$

$$n_{\text{AAS}} = n_{\text{KOH}}$$

$$m_{\text{AAS}} = 1,5 \cdot 10^{-4} \cdot 180 = 0,027 \text{ g ou } 27 \text{ mg}$$

Massa utilizada de medicamento:

$$0,5 \text{ g ou } 500 \text{ mg}$$

$$\%(m/m) = \frac{27}{500} = 5,4\%$$

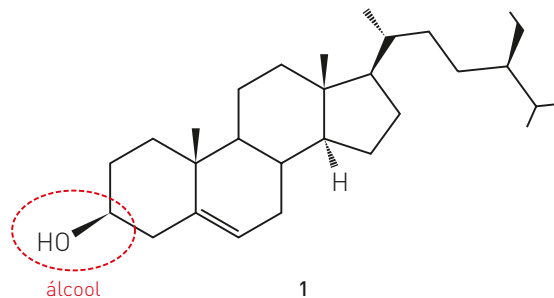
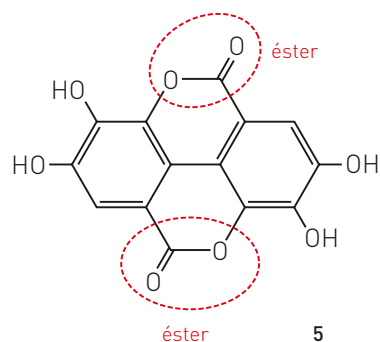
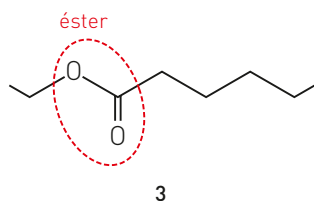
19. Alternativa e.

Com base nessas informações, conclui-se corretamente que a miopia poderá atingir crianças cujo organismo venha a produzir a amina X em quantidade insuficiente, levando à formação de olho do tipo III.

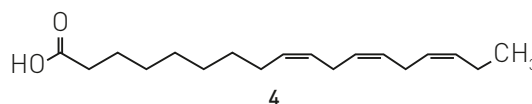
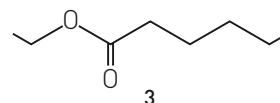
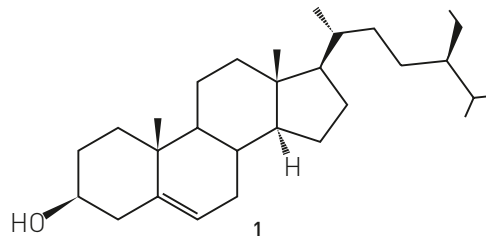
20. Alternativa e.

Os sais orgânicos são formados, geralmente, pela substituição do hidrogênio da carboxila pelo cátion de uma base através da reação de um ácido carboxílico com uma base orgânica ou inorgânica.

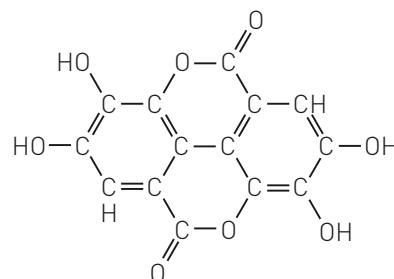
21. a) Estruturas que possuem radicais funcionais característicos de ésteres e de álcoois: 3, 5 e 1, respectivamente.



b) Fórmulas estruturais que correspondem a substâncias alifáticas (não aromáticas): 1, 3 e 4.



Fórmula molecular para a substância 5: $\text{C}_{14}\text{H}_6\text{O}_8$.

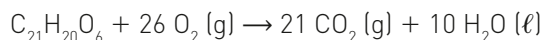


22. Alternativa c.

[I] Verdadeira. A cadeia carbônica não apresenta heteroátomo, sendo, portanto, homogênea e insaturada, pois apresenta ligações duplas.

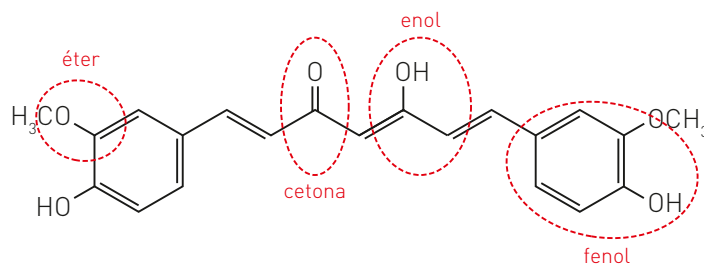
[II] Falsa. A molécula apresenta 21 átomos de carbono e 20 átomos de hidrogênio.

[III] Falsa. A combustão completa da molécula forma dióxido de carbono e água.



[IV] Verdadeira. A molécula possui 17 carbonos secundários (ligados a 2 outros átomos de carbono) e 2 carbonos terciários (ligados a 3 átomos de carbono).

[V] Falsa.



Capítulo 12 Propriedades físicas dos compostos orgânicos

Objetivos do capítulo

- Comparar temperaturas de ebulição de diversos compostos orgânicos e relacioná-las com suas interações intermoleculares;
- reconhecer as funções orgânicas que fazem ligação de hidrogênio;
- associar a solubilidade dos compostos orgânicos ao seu caráter polar ou apolar.

Sugestões de abordagem

O professor pode comparar as temperaturas de ebulição dos compostos propano (TE = -42 °C), éter etílico (TE = 34 °C) e H₂O, relacionando-as com os tipos de forças intermoleculares. Enfatizar as ligações de hidrogênio presentes na água e apresentar as funções orgânicas em que ocorre esse tipo de interação, de acordo com o texto, são estratégias interessantes. Posteriormente, explicar a solubilidade desses compostos, lembrando que semelhante tende a dissolver semelhante.

Algo a mais

O experimento indicado a seguir pode ser usado como demonstração, esclarecendo antecipadamente os fenômenos envolvidos, ou então pode ser realizado usando como informação o nome das substâncias empregadas. Desta última maneira,

permite-se que os alunos apresentem hipóteses para explicar o experimento.

Atividade prática

Extração do álcool contido na gasolina

Objetivo

Estudar polaridade e ligações intermoleculares.

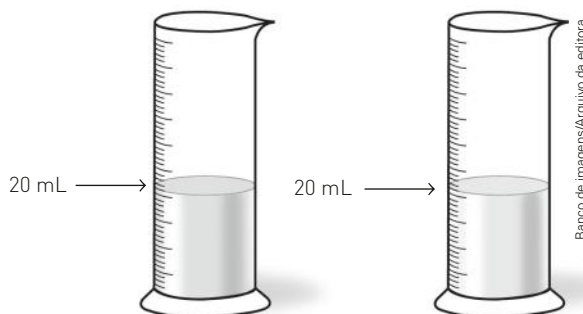
Material

- gasolina comum
- água
- 2 provetas, 1 delas com rolha

Procedimento

Em duas provetas, coloque, separadamente, volumes iguais de gasolina comum e de água.

Exemplo:

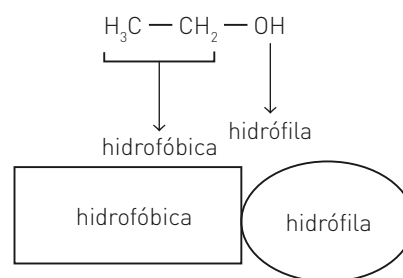


Sugestões de abordagem

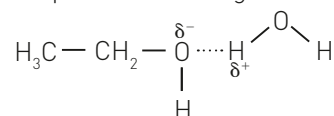
- Informe ou lembre aos alunos que o petróleo e seus derivados (gasolina, querosene, óleo diesel, etc.) são compostos apolares e que a água é polar.
- Peça aos alunos uma previsão sobre o que aconteceria se misturássemos os líquidos das duas provetas — isso sem informar que a gasolina automotiva no Brasil pode conter até 24% em volume de etanol. A maioria dos alunos deve responder que o sistema apresentará duas fases.
- A seguir, pergunte qual dos líquidos será a fase sobrenadante. Discuta sobre a densidade dos derivados líquidos do petróleo.
- Misture os dois líquidos em uma das provetas, ressaltando os volumes iniciais. Agite o sistema com o uso de uma rolha na proveta. Espere o sistema estabilizar-se e leia o volume da gasolina.

Uma pergunta interessante: Como podemos explicar a sua diminuição?

Informe os alunos sobre a presença do etanol na gasolina; mostre sua fórmula estrutural, explicando que o etanol é uma substância polar que apresenta uma parte hidrófila e outra hidrófoba.



Explique, em seguida, que a interação entre as moléculas de água e a parte hidrófila do etanol é muito intensa — pontes de hidrogênio:



Essas pontes de hidrogênio são forças mais intensas do que as existentes entre a parte hidrófila do etanol e as moléculas de gasolina e, por isso, o etanol dissolve-se, de preferência, na água.

Sugestões para aprofundamento:

- Meça o volume final de gasolina (V_f) e compare-o com seu volume inicial (V_i), determinando a porcentagem de etanol.

$$\left[\begin{array}{l} V_i \text{ — } 100\% \\ V_f \text{ — } x\% \end{array} \right] \quad x\% = \text{porcentagem de gasolina}$$

Portanto, $(100 - x)$ é a porcentagem de etanol.

- À medida que a cadeia carbônica de um álcool aumenta, sua característica apolar aumenta e, portanto, sua solubilidade em água diminui.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 280)

- I. hidrocarboneto
II. álcool
III. ácido carboxílico
IV. éster
V. amina
VI. amina

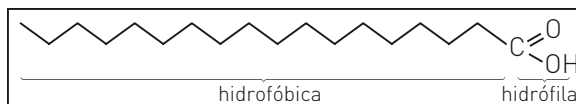
- I. apolar
II. polar
III. polar
IV. polar
V. polar
VI. polar

- O composto I.

- $TE(I) < TE(III)$.

- II, III, IV, V e VI.

-



-

- $\text{CH}_3 - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{CH}_3$. A molécula é polar.

- Polar.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 280)

1. I. As três substâncias são hidrocarbonetos e, assim, compostos apolares. O tipo de interação intermolecular que ocorre entre estas substâncias é dipolo induzido-dipolo induzido.

II. dimetilpropano < metilbutano < pentano. Quanto maior a superfície da molécula, maior a quantidade de interações intermoleculares que elas conseguem estabelecer e, assim, maior a temperatura de ebulição.

As moléculas mais ramificadas são mais compactadas e, assim, com menor superfície e menor temperatura de ebulição.

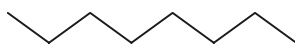
2. Alternativa a.

III. Incorreto. A densidade do petróleo é menor do que a da água e por isso o petróleo flutua.

IV. Incorreto. A mistura entre petróleo e água é heterogênea.

3. Alternativa a.

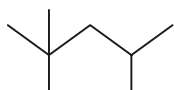
I. octano:



II. 2-metil-heptano:



III. 2,2,4-trimetil-pentano:



Quanto maior a superfície da molécula, maior a quantidade de interações intermoleculares que são estabelecidas e, com isso, maior o ponto de ebulição da substância.

Quanto mais ramificada for a substância, menor a superfície da molécula e menor a temperatura de ebulição.

4. Alternativa e.

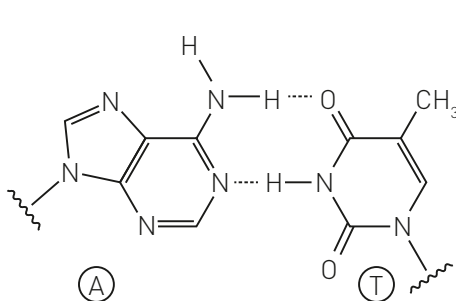


O melhor material a ser aplicado ao vidro deverá “repelir” a água, ou seja, R deverá ser predominantemente apolar.

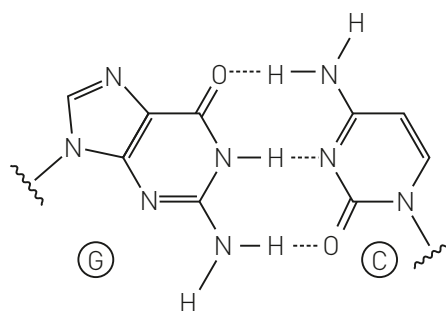
Conclusão: $\text{R} = \underbrace{\text{OCH}_2(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_3}_{\text{Predominantemente apolar}}$

5. Alternativa c.

As interações por ligação de hidrogênio entre adenina e timina e entre guanina e citosina, que existem no DNA e que apresentam maior eficiência, estão representadas corretamente em:



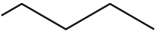
Duas ligações de hidrogênio

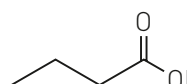


Três ligações de hidrogênio

6. T.E. (butano) < T.E. (butanol) < T.E. (ácido butanoico)

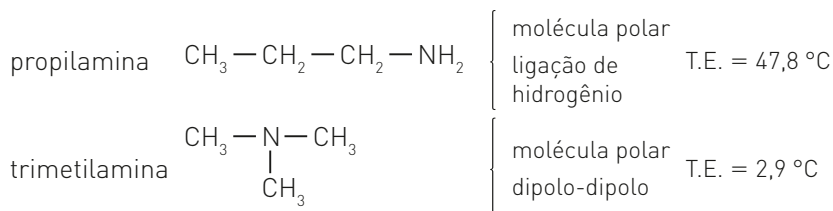
Butano:  (molécula apolar, dipolo induzido – dipolo induzido)

Butanol: HO  (molécula polar, ligação de hidrogênio)

Ácido butanoico:  (molécula polar, ligação de hidrogênio)

Quanto mais forte o tipo de interação intermolecular, e quanto maior a polaridade e massa molar da substância, maior a temperatura de ebulição.

7. Alternativa c.



Quanto mais forte é a interação intermolecular, maior a temperatura de ebulição.

8. Alternativa a.

O adesivo possui uma série de grupos –OH que permitem estabelecer as interações intermoleculares do tipo ligação de hidrogênio. A adesão ocorrerá de forma mais intensa se a superfície do material também for formada por moléculas que apresentam grupos –OH ou outras que permitem estabelecer ligações de hidrogênio.

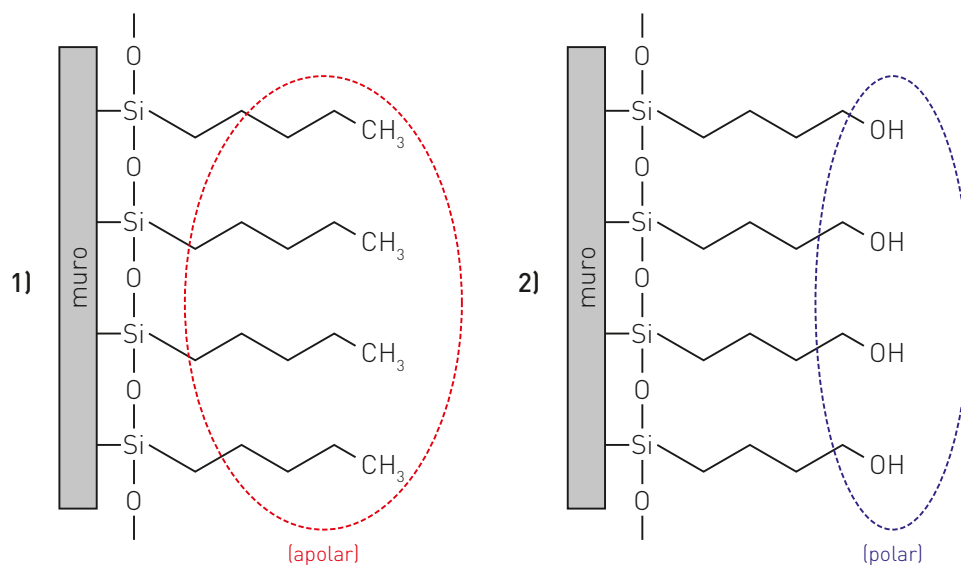
9. Alternativa c.

- Interações entre os íons presentes nos adoçantes e no conservante e as moléculas de água: íon-dipolo.
- Interações entre os elementos muito eletronegativos presentes nos adoçantes e no conservante e os cátions H^+ das moléculas de água: ligação de hidrogênio.

10. Alternativa b.

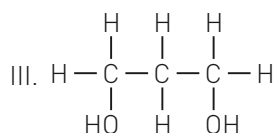
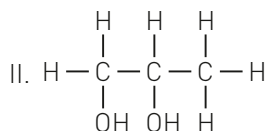
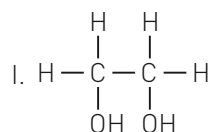
A urina é composta predominantemente por água (polar).

O revestimento representado em 1 é mais eficiente em não absorver a urina, porque a cadeia carbônica é hidrofóbica (apolar).



11.a) função álcool

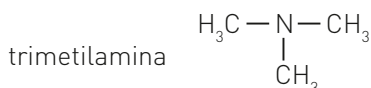
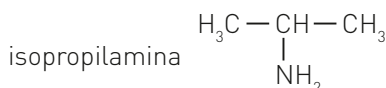
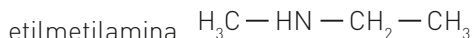
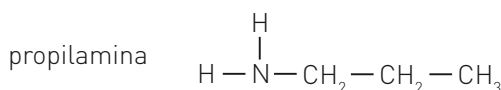
b)



c) Ligação de hidrogênio ou ponte de hidrogênio.

12. Alternativa b.

As quatro aminas de fórmula molecular $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$ são:



Entre as aminas isoméricas apresentadas, a primeira a ser separada por meio da destilação fracionada é aquela que apresenta menor temperatura de ebulição. A propilamina, a etilmetilamina e a isopropilamina apresentam o tipo de interação intermolecular mais forte, que é a ligação de hidrogênio, formada entre um átomo muito eletro-negativo, no caso o nitrogênio, e o átomo de hidrogênio, que se encontra ligado a um átomo muito eletronegativo, novamente o nitrogênio.

A trimetilamina é a única amina, dentre as apresentadas, que não apresenta átomos de hidrogênio ligados ao nitrogênio. Esses átomos não formam ligações de hidrogênio, de forma que essa é a amina de menor temperatura de ebulição.

13. Alternativa c.

As interações intermoleculares no butanol são mais intensas do que as que ocorrem no éter dietílico, visto que o primeiro faz ligações de hidrogênio, e o último não. Por esse motivo, a temperatura de ebulição do butanol, na mesma pressão, é maior do que a do éter dietílico.

14. Alternativa c.

A graxa tem origem no petróleo, sendo então uma mistura de hidrocarbonetos, moléculas apolares. Será mais bem dissolvida com o emprego de um solvente apolar, como a gasolina, também uma mistura de hidrocarbonetos, tendo como origem o petróleo.

15. Alternativa c.

São imiscíveis os solventes que possuem diferentes polaridades.

$\text{H}_2\text{O} \Rightarrow$ polar

$\text{C}_7\text{H}_{16} \Rightarrow$ apolar (hidrocarboneto)

16. Alternativa c.

Gasolina (apolar) e água (polar) não se misturam devido à diferença de polaridade.

A mistura formada teria duas fases e a adulteração seria identificada visualmente.

17. Alternativa b.

Nos copos 1 e 2 formam-se sistemas homogêneos, com substâncias de igual polaridade, e no copo 3 forma-se um sistema heterogêneo, devido à diferença de polaridades.

Copo 1: água (polar) e etanol (polar): mistura homogênea.

Copo 2: gasolina (apolar) e querosene (apolar): mistura homogênea.

Copo 3: água (polar) e gasolina (apolar): mistura heterogênea.

18. Alternativa c.

Em A, vemos uma mistura homogênea; assim, conclui-se que a substância em questão é solúvel em água e, portanto, polar; então, podemos defini-la como o líquido de número 2.

Em B, vemos uma substância apolar menos densa que a água; logo, conclui-se que se trata do líquido 3.

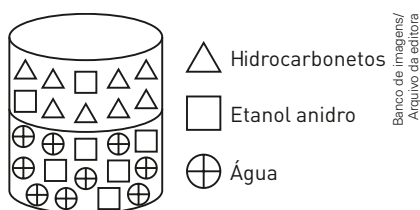
Em C, temos uma substância apolar mais densa que a água, caracterizada pelo líquido 1.

19.a)

(1) A cadeia carbônica do etanol estabelece com as moléculas de hidrocarbonetos (apolares) interações do tipo dipolo induzido-dipolo induzido.

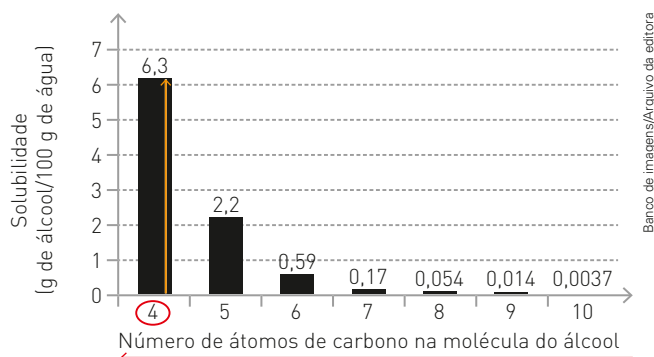
(2) O grupo hidroxila do etanol estabelece com as moléculas de água interações intermoleculares do tipo ligação de hidrogênio.

b)



O etanol é mais solúvel em água e forma com ela um sistema homogêneo e mais denso que a gasolina comercial. A quantidade de etanol que será extraída da gasolina é proporcional ao volume de água infiltrada.

20. a) De acordo com o gráfico, quanto menor o número de átomos de carbono na cadeia da molécula do álcool primário de cadeia linear (região hidrofóbica), maior a solubilidade desse álcool em 100 g de água.



- b) O ponto de fusão do 1-dodecanol é de 24 °C e ele é praticamente insolúvel em água (de acordo com o gráfico). Esse experimento foi realizado a 15 °C, então, o químico observou uma mistura bifásica na qual o álcool estava no estado sólido e flutuando na água (a densidade do 1-dodecanol é menor do que a de soluções diluídas de etanol em água).

21. Alternativa a.

O ponto de ebulição varia de acordo com o tipo de interação ou forças intermoleculares presentes em cada composto; assim, teremos em ordem crescente do ponto de ebulição:

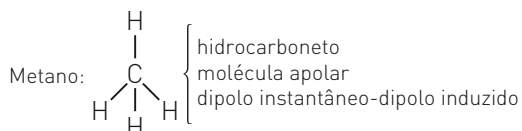
interações de Van der Waals < interações dipolo-dipolo < ligações de hidrogênio

A ordem do menor para o maior ponto de ebulição será:

metano < propanona < etanol < água

Desafiando seus conhecimentos (p. 287)

1. Alternativa a.

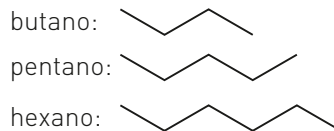


2. Alternativa d.

O carvão [C (s)] e o benzeno [C₆H₆] são substâncias classificadas como apolares ($\vec{R} = \vec{0}$).

Conclusão: as forças atrativas envolvidas na atração entre o adsorvente e o adsorvato são do tipo dipolo induzido-dipolo induzido.

3. Alternativa c.



Os hidrocarbonetos são moléculas apolares e estabelecem interações intermoleculares do tipo dipolo induzido-dipolo induzido (forças de Van der Waals). Quanto maior a superfície da substância, maior a quantidade de interações intermoleculares estabelecidas e, com isso, maior o ponto de ebulição.

4. Alternativa c.

II. Falso. Todos os alcanos são moléculas apolares.

III. Falso. São destiladas primeiro as moléculas menores, que possuem menor temperatura de ebulição.

5. Alternativa a.

O etanol apresenta o grupo —OH , que faz ligações de hidrogênio, e isto não ocorre no éter metílico, que faz interações menos intensas do tipo dipolo-dipolo.

6. Alternativa c.

Quanto mais intensas forem as forças intermoleculares, maior será a temperatura de ebulição. Ligação metálica > ponte ou ligação de hidrogênio > dipolo permanente (dipolo-dipolo) > dipolo induzido (Van der Waals).

1. H_2O : 4 ligações de hidrogênio

2. Hg: ligação metálica

3. CH_4 : dipolo induzido

4. CH_3OH : 2 ligações de hidrogênio e dipolo induzido menos intenso (1C)

5. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$: 2 ligações de hidrogênio e dipolo induzido mais intenso (2C)

Conclusão:

1. H_2O	{ 3 } $-165,5$
2. Hg	{ 4 } 65
3. CH_4	{ 5 } 78
4. CH_3OH	{ 1 } 100
5. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	{ 2 } 357

7. Alternativa c.

I. Substância apolar, consequentemente faz dipolo induzido-dipolo induzido (Van der Waals).

II. Substância apolar, consequentemente faz dipolo induzido-dipolo induzido (Van der Waals).

III. Substância polar, devido à presença da hidroxila faz ligações ou pontes de hidrogênio.

8. Alternativa a.

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ (46)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ (44)
I (ligação de hidrogênio)	II (dipolo induzido e menor massa do que IV)
A: 78°C	C: -42°C

HCOOH (46)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$ (58)
III (ligação de hidrogênio mais intensa do que I)	IV (dipolo induzido e maior massa do que II)
B: 101°C	C: $-0,5^\circ\text{C}$

Conclusão: I – A; II – C; III – B; IV – D.

9.

isopropanol (propan-2-ol)



O isopropanol possui maior T.E. porque estabelece ligações de hidrogênio.

O propan-2-ol é uma molécula polar que apresenta a ligação O—H , estabelecendo interações intermoleculares do tipo ligação de hidrogênio.

Como as interações intermoleculares no propan-2-ol são mais intensas, sua temperatura de ebulição é maior.

propanona (acetona)



A acetona é uma molécula polar e estabelece interações intermoleculares do tipo dipolo-dipolo.

10. Alternativa b.

11. Alternativa a.

Pentano é um hidrocarboneto, apolar, que mantém suas moléculas unidas com interações intermoleculares do tipo dipolo induzido-dipolo induzido. Devido às interações intermoleculares fracas, a substância apresenta mais baixa temperatura de ebulição (substância X).

Butan-1-ol e ácido etanoico são moléculas polares, com grupos —OH que estabelecem ligações de hidrogênio, interações intermoleculares fortes que resultam em uma alta temperatura de ebulição. O butan-1-ol, porém, apresenta uma cadeia carbônica maior (apolar) e por isso sua solubilidade em água é menor (substância Y) que a do ácido etanoico (substância Z).

12. a) O butan-1-ol estabelece ligações de hidrogênio e é muito solúvel em água, portanto possui K_{OA} baixo. O butano possui cadeia apolar e estabelece interações dipolo induzido-dipolo induzido com o octanol, portanto apresenta K_{OA} alto. O pentano tem cadeia carbônica maior que a do butano, por isso seu K_{OA} é mais elevado.

$$b) n_{\text{hexano}} = \frac{0,86 \text{ g}}{86 \text{ mol}^{-1}} = 0,01 \text{ mol hexano}$$

$$m = \frac{n}{V \text{ (L)}} = \frac{0,01 \text{ mol}}{1000 \text{ L}} = 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$K_{\text{OA}} = \frac{m_{\text{octanol}}}{m_{\text{H}_2\text{O}}}$$

$$m_{\text{octanol}} = K_{\text{OA}} \cdot m_{\text{H}_2\text{O}} = 12589 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L} = 0,126 \text{ mol/L em octanol}$$

13. Alternativa e.

Para explicar o comportamento do etanol antes e depois da adição de água, é necessário conhecer o tipo de interação entre as moléculas.

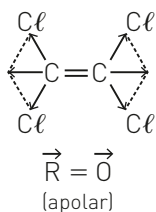
O etanol faz ligações de hidrogênio com a água.

14. Alternativa c.

Como o etanol forma ligações de hidrogênio com a água, estas saem da camada de solvatação por conta da atração pelo etanol, fazendo com que o coloide se desestabilize.

15. Alternativa a.

O tetracloreto de etileno é um solvente apolar:



Conclui-se que dissolve manchas lipofílicas (predominantemente apolares).

Dada sua baixa pressão de vapor (0,017 atm, 20 °C) conclui-se que a evaporação é demorada, ou seja, a volatilidade é baixa.

Conclusão: **pode-se concordar parcialmente** com a sugestão, pois há argumentos que justificam a polaridade, mas não há argumentos que justifiquem a volatilidade.

16. Alternativa a.

Alguns óleos essenciais têm como característica uma alta volatilidade; com o amanhecer, a temperatura do ambiente tende a aumentar, fazendo com que esses óleos essenciais volatilizem com maior facilidade.

17. Alternativas corretas 01, 08 e 16.

[01] Correta. A substância cafeína é sólida à temperatura e à pressão ambientes. Possui ponto de fusão de 236 °C.

[02] Incorreta. O café em pó não possui o mesmo ponto de fusão da cafeína, pois é obtido a partir dos grãos torrados do cafeeiro, ou seja, tem-se uma mistura de substâncias, entre elas, a cafeína.

[04] Incorreta. A cafeína presente no café tem as mesmas propriedades da cafeína presente nos medicamentos.

[08] Correta. A bebida café é preparada pelo processo de filtração simples (sólido-líquido), onde se obtém uma mistura homogênea.

[16] Correta. O alto ponto de fusão da cafeína está relacionado com as interações dipolo permanente-dipolo permanente que mantêm as moléculas de cafeína unidas. Isto se deve, principalmente, à presença do carbono ligado a nitrogênio e a oxigênio.

18. Alternativa e.

Considerando as características físico-químicas dos dois insumos formados, o método utilizado para a separação da mistura, em escala industrial, é a destilação fracionada, devido às diferenças nas forças intermoleculares.

No fenol, existem ligações de hidrogênio (devido à presença da hidroxila), que são forças mais intensas do que o dipolo permanente existente na cetona. Logo, a temperatura de ebulição do fenol é maior do que a da cetona, permitindo a separação por destilação fracionada.

19. Alternativa a.

Pesticidas organoclorados podem difundir-se nos tecidos lipídicos dos peixes.

Conclui-se que estes pesticidas são lipofílicos, ou seja, são atraídos por compostos apolares, logo apresentam baixa polaridade.

20. Alternativa d.

A vitamina B5 é hidrofílica, pois contém grupos polares por toda sua extensão, sendo que o mais ácido deles é o grupo 3, pois possui hidrogênio ionizável.

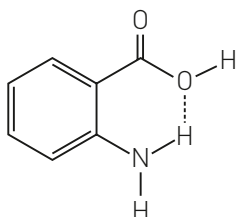
21. Alternativa c.

No procedimento adotado, o sólido deve ser dissolvido em um solvente aquecido, e a solução assim obtida deve ser resfriada.

Os testes foram efetuados a quente, e a estudante descartou o uso do heptano (apolar). Conclui-se que, a quente, o heptano não dissolveu o ácido benzoico (molécula mista) nem as impurezas, ou seja, ocorreu a formação de um sistema heterogêneo.

Os testes foram efetuados à temperatura ambiente, e a estudante descartou o uso de etanol (polar). Conclui-se que, à temperatura ambiente, o etanol dissolveu tanto o ácido benzoico como as impurezas. Podemos inferir que, nestas condições, a água (mais polar) dissolveria as impurezas e formaria um sistema heterogêneo com o ácido benzoico, que se dissolve bem em água quente.

22.a)



b) considerando 1L de solução, teremos:

– ácido orto-aminobenzoico:

solubilidade = 0,548 g/L ou 0,004 mol/L

1 mol — 137 g

x — 0,548 g

x = 0,004 mol

– ácido para-aminobenzoico:

solubilidade = 6,85 g/L ou 0,05 mol/L

1 mol — 137 g

x — 6,85 g

x = 0,05 mol

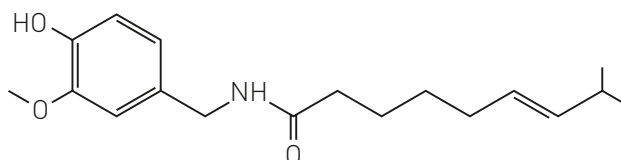
Assim a relação máxima

$$\frac{n_{\text{para}}}{n_{\text{orto}}} = \frac{0,05 \text{ mol}}{0,004 \text{ mol}} = 12,5$$

23. Alternativa b.

A lavagem da região atingida com água (polar) é ineficaz porque o princípio ativo (capsaicina) apresenta baixa polaridade.

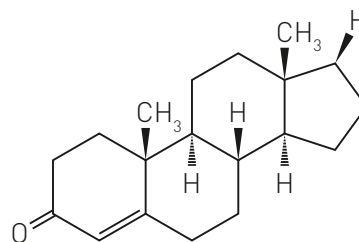
Capsaicina



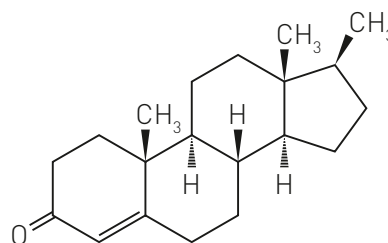
24. Alternativa d.

Coeficiente de partição (P) neste caso é definido como a concentração da substância indicada (compostos 1, 2 e testosterona) dissolvida em solvente apolar.

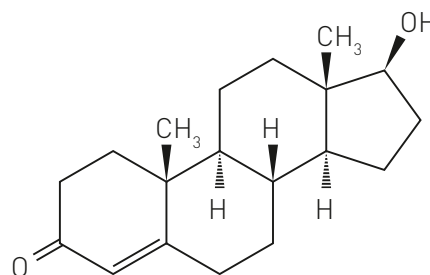
Composto 1:



Composto 2:



Testosterona:



Analisando-se as estruturas dos compostos 1 e 2 e da testosterona, conclui-se que esta é mais polar, pois apresenta o grupo OH no lugar de X.

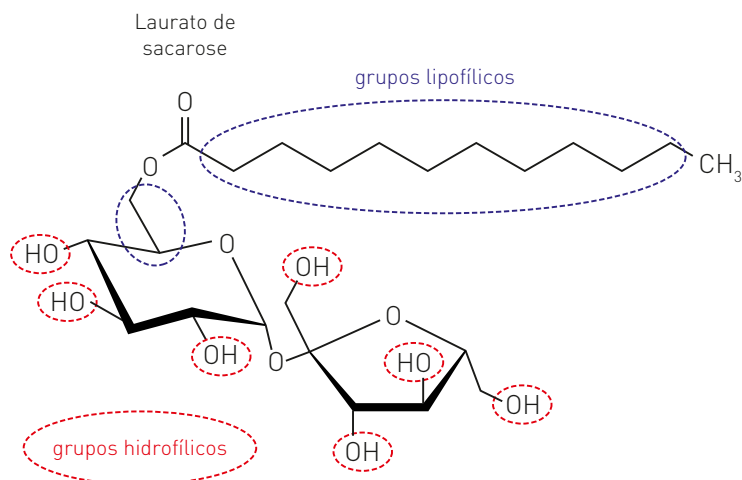
Conclusão: os compostos 1 e 2 dissolvem melhor em solventes apolares, ou seja, apresentam maior coeficiente de partição e maior lipofilia (filia = afinidade; lipo = semelhante à gordura) em relação à testosterona.

25. Alternativa e.

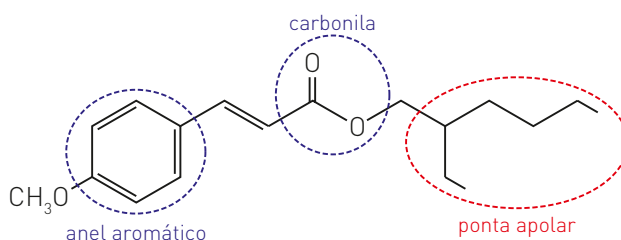
O óleo de linhaça é uma substância apolar; assim, ele é dissolvido no éter etílico; quando essa mistura sofre destilação, o óleo é caracterizado pelo resíduo 4 por causa da sua elevada massa molar e menor volatilidade em relação ao éter.

26. Alternativa d.

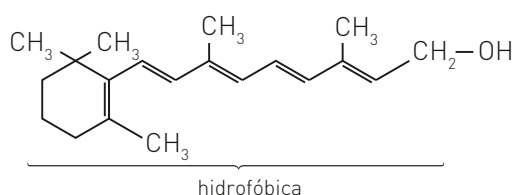
O laurato de sacarose possui grupos hidrofílicos (fazem ligação ou ponte de hidrogênio) que são solúveis em água e grupos lipofílicos (fazem dipolo-induzido) que são solúveis em óleo ou gordura.



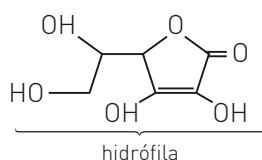
27. Alternativa e.



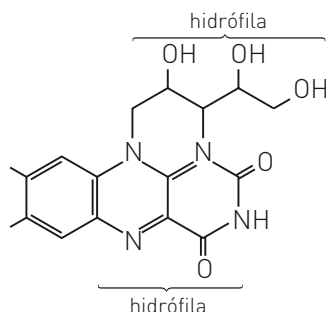
28. a) lipossolúvel: substâncias que se dissolvem em lipídios (apolar); trata-se de substâncias apolares.
hidrossolúvel: substâncias que se dissolvem em água (polar), trata-se de substâncias polares.
b) 1 – lipossolúvel (região hidrofóbica grande).



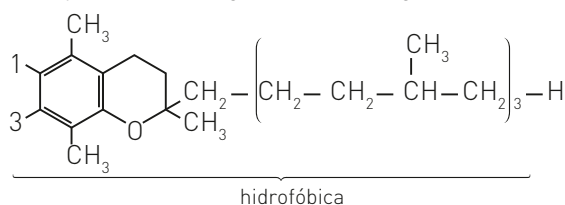
2 – hidrossolúvel (região hidrófila grande).



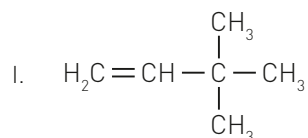
3 – hidrossolúvel (região hidrófila grande).



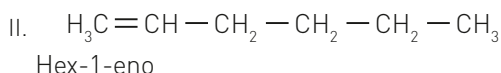
4 – lipossolúvel (região hidrófoba grande).



29.a)



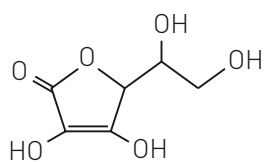
3,3-dimetilbut-1-eno



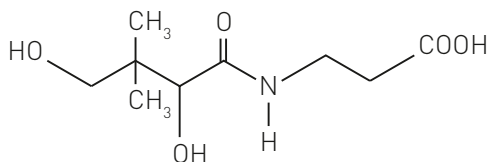
- b) O composto I possui uma estrutura mais compacta devido às ramificações. Com uma menor superfície, suas interações intermoleculares do tipo dipolo induzido-dipolo induzido são estabelecidas em menor quantidade, resultando em uma temperatura de ebulição menor. O composto III tem uma superfície maior que a do composto II e por isso sua T.E. deve ser superior a 63 °C.

30. Alternativa e.

I.

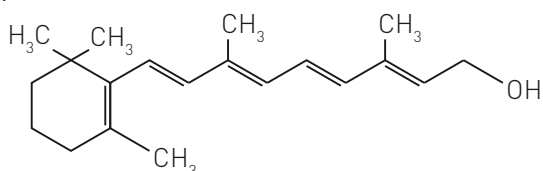


IV.

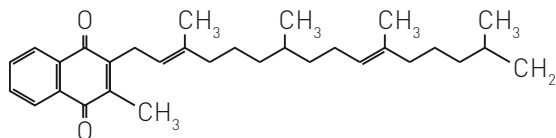


As estruturas I e IV, com alta proporção de átomos eletronegativos e predomínio de caráter polar, apresentam fortes interações com a água, sendo bastante solúveis em sucos de frutas.

II.



III.



As vitaminas II e III, com estruturas semelhantes a hidrocarbonetos e predomínio de caráter apolar, são bastante solúveis em gorduras, como a margarina.

31.a) Adição de água e filtração; a vitamina D não é solúvel em água.

b) Vitamina A: álcool; Vitamina E: fenol e éter.

32. Alternativa a.

Pela análise da tabela, temos:

Ácido etanoico: $d = 1,04 \text{ g/mL} \Rightarrow 1 \text{ mL } 1,04 \text{ g}$

Ácido n-pentanoico: $d = 0,94 \text{ g/mL} \Rightarrow 1 \text{ mL } 0,94 \text{ g}$

Logo, 1 mL de ácido etanoico tem massa maior do que 1 mL de ácido n-pentanoico.

33. Alternativa d.

A partir do enunciado, tem-se que a mistura final é resfriada a 25 °C, formando uma única fase líquida. Assim, a melhor técnica para separar uma mistura homogênea de líquidos com temperaturas de ebulição diferentes é a destilação fracionada.

O primeiro composto a ser separado nesse processo é aquele que, estando presente na fase líquida, apresenta menor temperatura de ebulição, ou seja, H_2CCl_2 (T.E. = 29,6 °C).

Obs.: O H_3CCl não estará presente na fase líquida, pois a sua temperatura de ebulição é inferior a 25 °C (T.E. = -23,8 °C).

34.a) O óleo seria mais eficiente para eliminar o ardor na boca provocado pela ingestão de pimenta, pois a partir do enunciado observa-se que o óleo comestível se torna muito mais picante que o vinagre devido às fortes interações intermoleculares entre a capsaicina e o óleo, ou seja, o óleo dissolve melhor a capsaicina, retirando-a da língua.

b) A sensação de salgado é diminuída devido à diluição do sal na água presente no leite. A sensação de ardência gerada pela pimenta é diminuída devido à presença de gordura

(predominantemente apolar) no leite, já que, de acordo com o enunciado, a capsaicina sofre diluição no óleo (também predominantemente apolar), o que é uma indicação da interação intermolecular entre estruturas apolares.

- 35. a)** O processo descrito é uma moagem, na qual o material é triturado até a obtenção de um pó.
b) O álcool isopropílico se ligará à fase aquosa, fazendo com que ela se separe do DNA, precipitando-o.

36. Alternativa d.

A substância que migra mais lentamente é aquela que melhor interage com a fase estacionária; como a fase estacionária em questão é polar, a substância mais polar entre as opções vai migrar mais lentamente.

Conexão

Alimentação (p. 299)

Enfatize a importância da indústria química ao trabalhar essa leitura. Isso retomará a discussão feita nos primeiros capítulos do volume 1.

O interesse dos alunos em descobrir por que diferentes alimentos têm sabores tão distintos ajudará o professor a explorar as propriedades físicas dos compostos orgânicos.

Faça um paralelo com as características que o adoçante perfeito deve ter e um alimento muito consumido em sua região (por exemplo, no Nordeste, a macaxeira) e, a partir daí, selecione as principais características desse alimento. Explore valor nutricional, se é perecível ou não, índice calórico, etc.

- 1.** Lavar bem as mãos, certificar-se de que todos os reagentes estão devidamente fechados e guardados em seu local, verificar se o laboratório está limpo e se o gás foi fechado. Apagar a luz e trancar a porta.
- 2.** São capazes de formar ligações de hidrogênio com outras moléculas e conter uma região hidrofóbica.
- 3.** Para poder interagir com uma quantidade maior de substâncias.
- 4.** Eles não devem sofrer alterações que originem substâncias tóxicas e devem garantir a permanência do sabor doce.

Atividade prática (p. 300)

Aproveite este experimento para comentar as possíveis fraudes que podem ocorrer nos postos de combustíveis.

Relembre com os alunos o conceito de menisco.

- 1.** heterogêneo.
- 2.** mais densa = água + álcool.
menos densa = praticamente gasolina.
- 3.** Alternativa e.
- 4.** As respostas dependem do experimento.

Unidade 5 – Isomeria

A isomeria, embora também ocorra em compostos inorgânicos, é um conhecimento fundamental para explicar o comportamento das substâncias orgânicas. Ela assume uma importância maior quando estudamos sua relação com o funcionamento de organismos vivos e com a produção de medicamentos.

Esta unidade começa definindo e exemplificando isomeria de maneira geral. Um bom conhecimento da definição desse termo pode evitar que os alunos façam confusão quando forem explicados casos de isomeria.

Por ser mais facilmente assimilável, iniciamos com o estudo da isomeria plana.

Os dois casos de isomeria espacial — geométrica e óptica — serão abordados a seguir.

Na isomeria geométrica, de acordo com o livro azul da IUPAC, os prefixos *cis* e *trans* só devem ser usados quando cada carbono da dupla-ligação tem um átomo de hidrogênio ligado diretamente. Nos outros casos, usam-se os prefixos Z e E. Convém ressaltar que muitos processos seletivos ainda usam, para todos os casos, prefixos *cis* e *trans*; assim, é conveniente alertar o aluno para essas situações.

Quanto à isomeria óptica, optamos por apresentar somente estruturas com um carbono quiral, com a finalidade de evitar que o aluno tenha de memorizar mais uma expressão matemática. O importante em isomeria óptica é que o aluno identifique o carbono assimétrico (quiral) e relacione sua existência com duas estruturas espacialmente diferentes.

Objetivos da unidade

- Conceituar isômeros;
- identificar conjuntos de isômeros;
- diferenciar isômeros planos e espaciais.

Ideias iniciais

A sugestão é que o professor inicie a abertura da unidade por meio da seguinte problematização:

“Um aluno encontra um frasco no laboratório cujo rótulo apresenta a fórmula molecular C_2H_6O . Esse frasco foi rotulado corretamente, ou seja, é possível saber qual a substância contida nele somente pela fórmula molecular?”.

Após a discussão, pode-se mostrar aos alunos que, com essa mesma fórmula, podemos ter um álcool (etanol) ou um éter (metoximetano), compostos que, por serem de funções diferentes, apresen-

tam propriedades físicas e químicas também diferentes. Compostos que apresentam a mesma fórmula molecular e, no entanto, diferentes fórmulas estruturais, são denominados isômeros.

Nesse momento, pode-se fazer uma referência ao texto e à pergunta presente na abertura da unidade:

“As propriedades físicas e químicas das substâncias estão diretamente relacionadas às suas estruturas. Ou seja, dependem não somente dos átomos que as constituem, mas também de como eles estão ligados e dispostos no espaço.

Os isômeros são compostos que apresentam a mesma fórmula molecular, mas diferentes fórmulas estruturais, podendo apresentar-se como imagens especulares.

Como será que a estrutura dos compostos influencia suas propriedades?”

Pode-se abrir uma breve discussão para que os alunos participem e, então, passar para o estudo mais aprofundado da conceituação dos casos de isomeria.

Material de apoio

Apresentamos a seguir sugestões para a ampliação dos temas abordados na unidade e, eventualmente, para auxiliar o professor com as pesquisas que são solicitadas aos alunos. É altamente recomendável que, caso pretenda compartilhar essas sugestões com os alunos, o professor tenha acesso prévio a elas, para avaliar sua adequação, principalmente quando se tratar de conteúdo de endereços eletrônicos não exclusivamente educativos (como é o caso do YouTube).

- Pasteur: Ciência para ajudar a vida – *Química Nova na Escola*, n. 6, p. 20: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc06/historia.pdf>>.
- Catálise assimétrica e o Prêmio Nobel de Química de 2001. Novos paradigmas e aplicações práticas – *Química Nova na Escola*, n. 14, p. 16 (apresenta o desenvolvimento de métodos que possibilitam a preparação em escala industrial de compostos quirais): <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc14/v14a04.pdf>>.
- Rotação de luz polarizada por moléculas quirais: Uma abordagem histórica com proposta de trabalho em sala de aula – *Química Nova na Escola*, n. 21, p. 34: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc21/v21a07.pdf>>.

- Utilização de feromônios no controle de pragas: <<http://www.uesb.br/entomologia/ferom.html>>.
- Uso de agrotóxicos, seus efeitos para a saúde e o ambiente e o uso de outras alternativas: <http://artigos.netsaber.com.br/resumo_artigo_8655/artigo_sobre_uso_de_agrotoxicos_

seus_efeitos_para_a_saude_e_o_ambiente_e_o_uso_de_outras_alternativas>.

- Biodisponibilidade de vitaminas lipossolúveis – *Revista de Nutrição*: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s1415-52732005000400008&script=sci_arttext>.

Acesso em: 23 ago. 2018.

Capítulo 13 Conceito de isomeria

Objetivos do capítulo

- Relacionar as diferentes posições de um átomo ou um grupo de átomos com a existência de substâncias diferentes;
- a partir de uma fórmula molecular, escrever as estruturas de diferentes isômeros.

Sugestões de abordagem

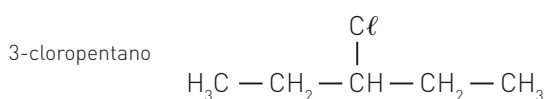
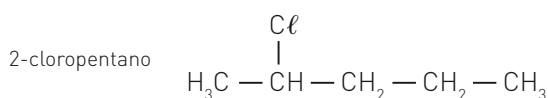
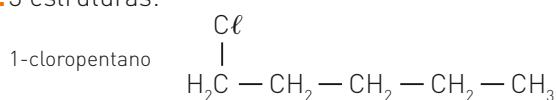
O professor pode começar esse assunto explicando o primeiro caso de isomeria, de acordo com o texto de abertura.

Em seguida, apresentar, por exemplo, a fórmula molecular C_4H_{10} e pedir aos alunos que construam as estruturas possíveis. Explicar que os compostos obtidos são isômeros.

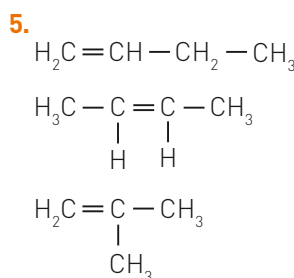
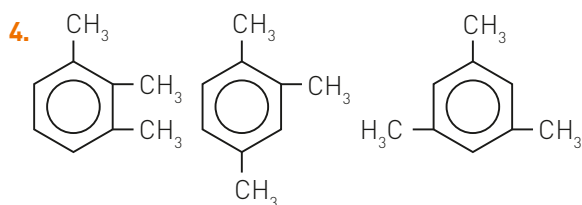
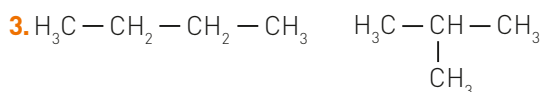
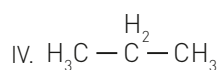
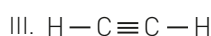
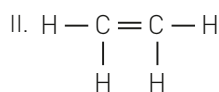
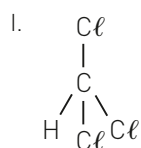
Posteriormente, solicitar que os alunos construam as fórmulas estruturais dos diclorobenzenos; com isso, será introduzido o conceito de isomeria.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 318)

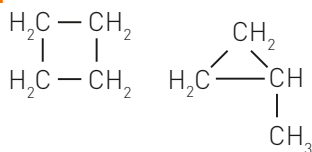
1.3 estruturas:



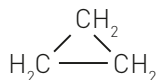
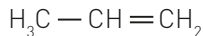
2.



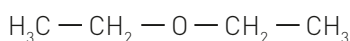
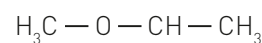
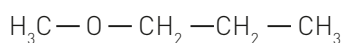
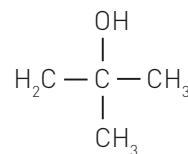
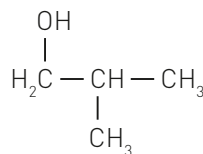
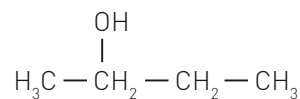
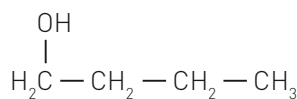
6.



7.



8.



Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 318)

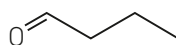
1. Alternativa b.

Ambos possuem fórmula molecular $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$, porém apresentam funções orgânicas diferentes.

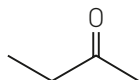
2. Alternativa b.

Tanto o butanal quanto a butanona possuem fórmula molecular $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$.

Butanal:



Butanona:



3. O hexeno é um hidrocarboneto de cadeia aberta e reta, isômero ao ciclo-hexano apresentado.



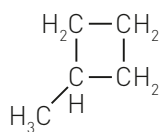
4. Alternativa c.

Os ésteres são isômeros de função dos ácidos carboxílicos.

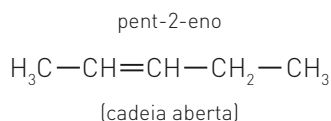
5. Alternativa c.

[I] (metil-ciclobutano) e [V] (pent-2-eno) são isômeros de cadeia.

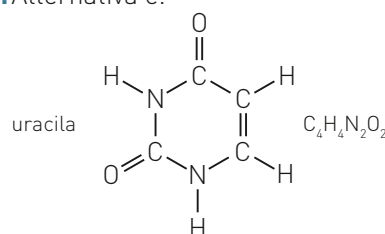
metil-ciclobutano



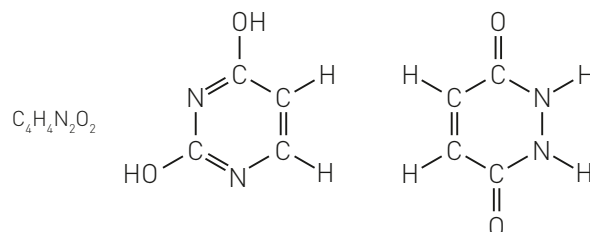
(cadeia fechada)



6. Alternativa e.

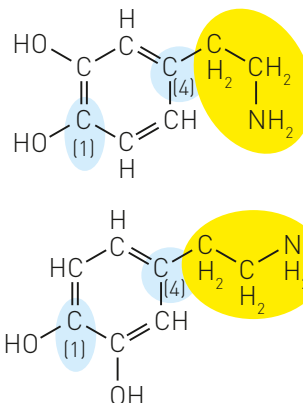


Isômeros: mesma fórmula molecular e estruturas diferentes.



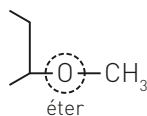
7. Alternativa b.

As imagens representam duas fórmulas estruturais, que correspondem a dois modos de representar o mesmo composto.



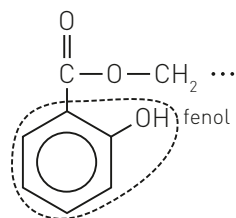
8. Alternativa e.
Todas estão corretas.

9. Alternativa e.
[1] Correta.



[2] Correta. Fórmula molecular de III: $C_{17}H_{27}NO_2$.

[3] Correta.



[4] Correta.

Desafiando seus conhecimentos (p. 321)

1. Alternativa d.

As posições preferencialmente substituídas, nesse caso, são a orto e a para, de acordo com a dirigência do radical hidroxila.

Como a questão pede os três isômeros distintos formados, a melhor resposta é a alternativa d.

2. Alternativa d.

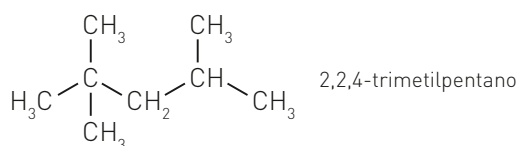
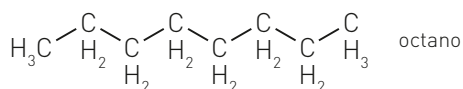
A fórmula molecular do composto representado na alternativa d é $C_4H_{10}O$, portanto não é uma molécula isômera de C_4H_8O .

3. Alternativa e.

Os isômeros de cadeia citados no texto apresentam a mesma fórmula molecular:

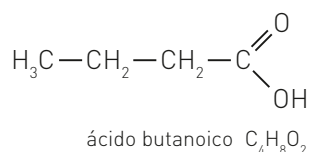
C_8H_{18} (octano)

C_8H_{18} (2,2,4-trimetilpentano)

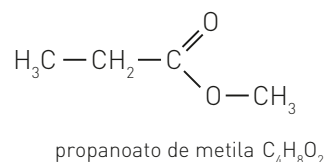
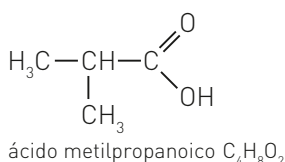
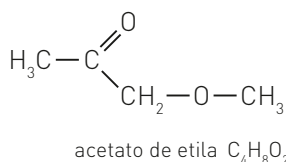


4. Alternativa e.

A fórmula molecular do ácido butanoico é $C_4H_8O_2$.



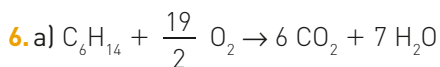
Os isômeros do ácido butanoico possuem a mesma fórmula molecular, ou seja, $C_4H_8O_2$, e são eles: acetato de etila, ácido metilpropanoico e propanoato de metila.



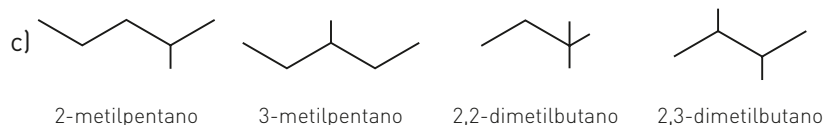
5. Alternativa d.

	linalol	eugenol	citronelal	anetol
Fórmulas moleculares:	$C_{10}H_{18}O$	$C_{10}H_{12}O_2$	$C_{10}H_{18}O$	$C_{10}H_{12}O$

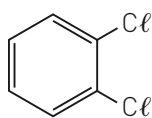
Logo, são isômeros: linalol e citronelal.



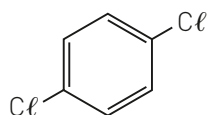
b) 35,8 g.



7.a) o-diclorobenzeno:



p-diclorobenzeno:



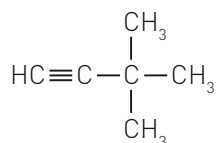
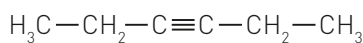
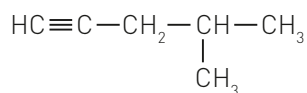
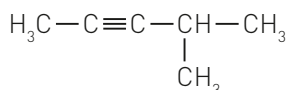
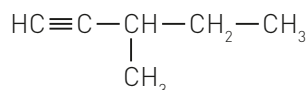
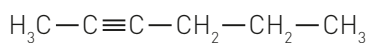
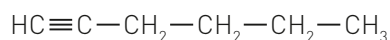
b) o-diclorobenzeno = 1,2-diclorobenzeno

p-diclorobenzeno = 1,4-diclorobenzeno

c) O o-diclorobenzeno tem maior ponto de ebulição em razão da proximidade dos grupos Cl, que dão um caráter mais polar à molécula.

8. Alternativa c.

Teremos os seguintes isômeros dos alcinos com fórmula molecular C_6H_{10} .



$$C_6H_{10} = 82$$

Total de isômeros

$$7 \cdot 82 \text{ g} \text{ ————— } 4 \cdot 82 \text{ g (alcinos com H ligado a C insaturado)}$$

$$m \text{ ————— } 24 \text{ g}$$

$$m = 42 \text{ g}$$

Capítulo 14 Isomeria plana

Objetivos do capítulo

- Comparar fórmulas estruturais e identificar a diferença ou as diferenças;
- relacionar as diferenças com os seguintes casos de isomeria plana, na ordem: função, cadeia, posição e compensação ou metameria;
- classificar conjuntos de isômeros;
- reconhecer a existência de equilíbrios em casos de tautomeria.

Sugestões de abordagem

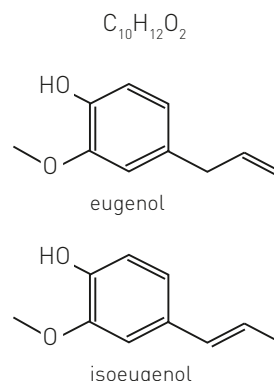
O professor pode conceituar isomeria plana e apresentar pares de isômeros, caracterizando cada tipo de isomeria plana. Acreditamos que a sequência mais adequada seja: função, cadeia, posição, compensação ou metameria e tautomeria. Seguir os exemplos presentes no texto.

Algo a mais

Para caracterizar que os isômeros planos têm propriedades físicas diferentes e podem ter também propriedades químicas diferentes, discutir o

caso do eugenol e do isoeugenol, que, quando inalados, provocam sensações diferentes de aromas.

Isômeros com aromas diferentes

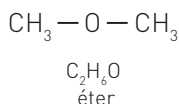
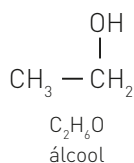


O eugenol, que pode ser extraído das folhas do loureiro, também é um componente ativo do óleo de cravo, apresentando seu cheiro característico.

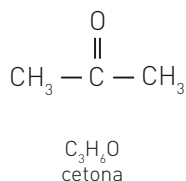
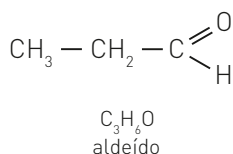
O isoeugenol, cuja única diferença é a posição de uma dupla-ligação na cadeia lateral, apresenta o odor característico da noz-moscada e é preparado a partir das sementes e da casca seca dos frutos pulverizados.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 325)

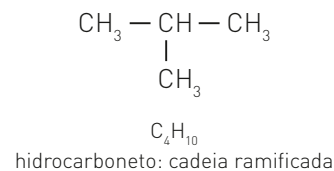
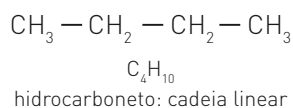
1. I e V.



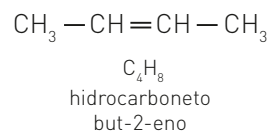
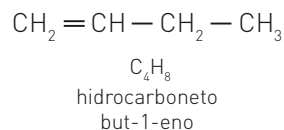
III e VII.



2. II e IV.



3. VI e X.



4. I. Tautomeria.

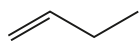
II. Compensação.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 326)

1. Alternativa c.

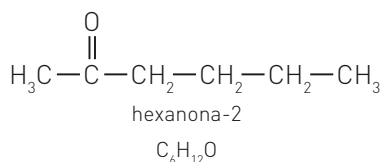
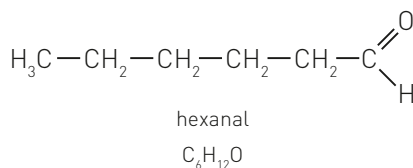
Ciclobutano C_4H_8 : hidrocarboneto, cadeia fechada.

But-1-eno C_4H_8 : hidrocarboneto, cadeia aberta.



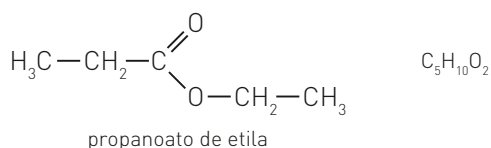
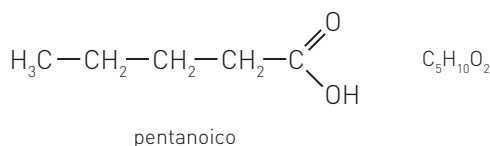
2. Alternativa d.

O isômero do hexanal é a hexanona-2, presente na alternativa d.



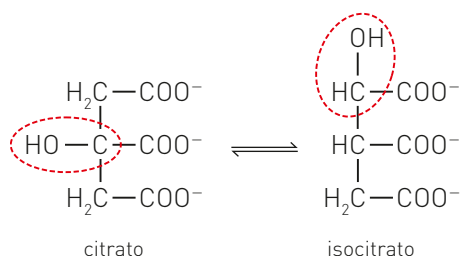
3. Alternativa a.

Ácidos carboxílicos são isômeros funcionais de ésteres:



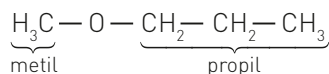
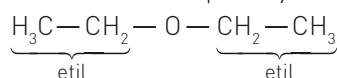
4. Alternativa c.

A isomeria plana que ocorre entre o citrato e o isocitrato é denominada "de posição", pois a posição do grupo $-OH$ é diferente nos dois ânions.

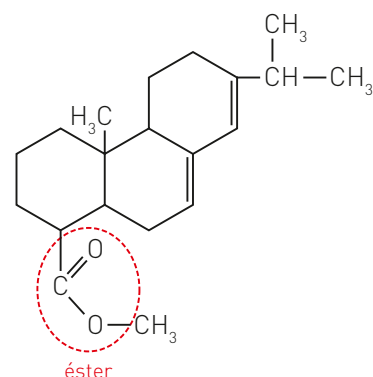
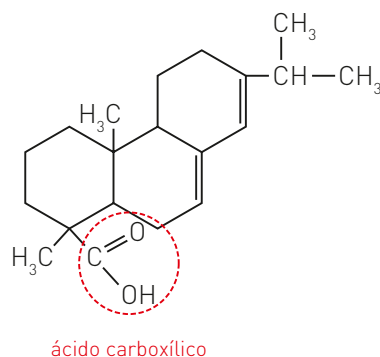


5. Alternativa c.

Isomeria de compensação ou metameria (I e V):

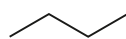


6. Alternativa b.



7. Alternativa a.

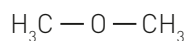
Butano: hidrocarboneto; cadeia linear.



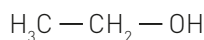
2-metilpropano: hidrocarboneto; cadeia ramificada.



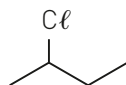
Éter dimetílico: éter.



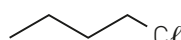
Etol: álcool.



2-clorobutano: haleto orgânico.



1-clorobutano: haleto orgânico.



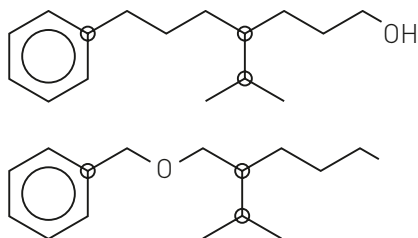
8. Alternativa c.

I. Verdadeira. Entre A e B ocorrem mudanças na posição da insaturação.

C é um álcool; D é um éter.

II. Verdadeira. Em A e B, o carbono que contém o grupo metil.

Em C e D existem 3 carbonos terciários.



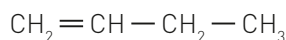
III. Falsa. Apenas C e D possuem anel aromático.

IV. Falsa. Os quatro compostos possuem cadeia ramificada.

V. Falsa. O composto C é um álcool.

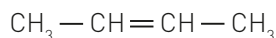
9. Alternativa c.

(I)



C_4H_8 : hidrocarboneto; cadeia aberta e insaturada (posição 1)

(II)



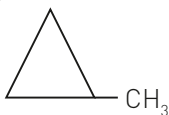
C_4H_8 : hidrocarboneto; cadeia aberta e insaturada (posição 2)

(III)



C_4H_8 : hidrocarboneto; cadeia fechada e normal.

(IV)



C_4H_8 : hidrocarboneto; cadeia fechada e ramificada.

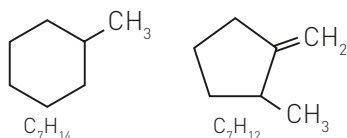
I e II: isômeros de posição.

I e III; I e IV; II e III; II e IV: isômeros de cadeia.

III e IV: isômeros de cadeia.

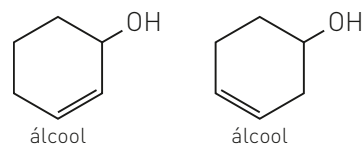
10. Alternativa b.

I. Verdadeira:



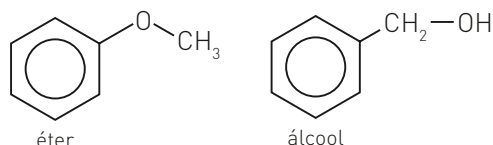
Não são isômeros.

II. Falsa:



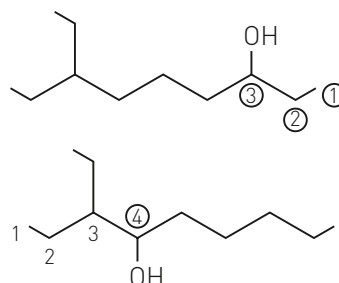
Isômeros de posição (insaturação).

III. Verdadeira:

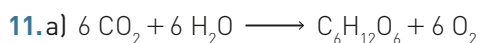


Isômeros de função.

IV. Falsa:

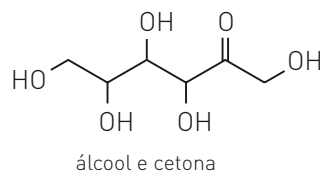


Isomeria de posição (grupo funcional).

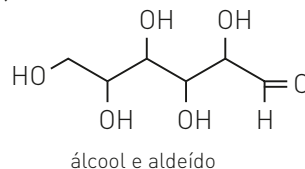


b) Função:

(1)



(2)



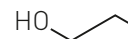
$$\text{c) } \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \left\{ \begin{array}{l} 6 \text{ C} \Rightarrow 6 \cdot 12 \text{ u} = 72 \text{ u} \\ 12 \text{ H} \Rightarrow 12 \cdot 1 \text{ u} = 12 \text{ u} \\ 6 \text{ O} \Rightarrow 6 \cdot 16 \text{ u} = 96 \text{ u} \\ \hline 180 \text{ u} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 180 \text{ — } 100\% \text{ (glicose)} \\ 96 \text{ — } x(\%) \end{array} \right. \Rightarrow$$

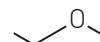
$$\Rightarrow x = \frac{96}{180} \cdot 100\% \Rightarrow x = 53,3\%$$

- 12.a)** Composto A: n-hexano, pois é imiscível em água e menos denso que ela.
 Composto B: isopropanol, pois é o único miscível em água.
 Composto C: n-octano, pois é o menos volátil, ou seja, o que possui maior temperatura de ebulição.
 Composto D: tetracloreto de carbono.

b) n-propanol:



Metoxietano:



Desafiando seus conhecimentos (p. 329)

1. Alternativa b.

I. Propan-1-ol: álcool primário.

II. Propan-2-ol: álcool secundário.

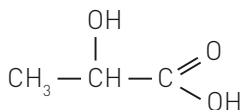
III. Éter etílico e metílico: éter.

I e II: isômeros de posição (grupo funcional).

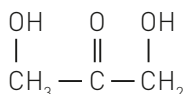
I e III; II e III: isômeros de função.

2. Alternativa b.

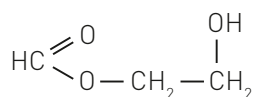
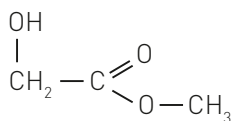
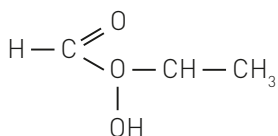
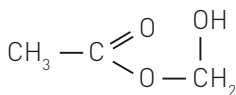
Ácido 2-hidroxi-propanoico: $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$



Cetona possível:

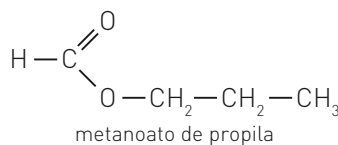
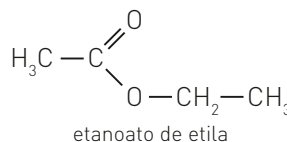
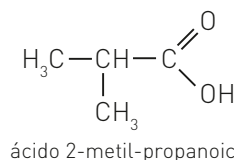
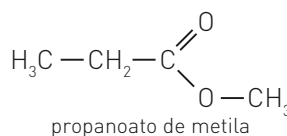
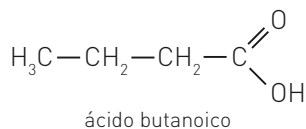


Ésteres possíveis:



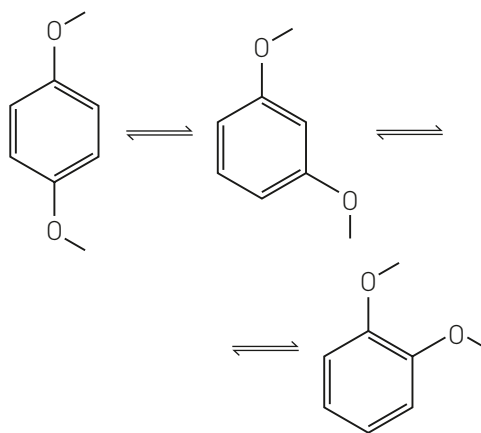
3. Alternativa c.

Cinco isômeros:



4. Alternativa b.

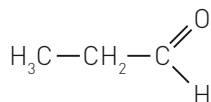
O 1,4-dimetoxi-benzeno (para dimetoxi-benzeno) possui os isômeros 1,3-dimetoxi-benzeno (meta-dimetoxi-benzeno) e o 1,2-dimetoxi-benzeno (orto-dimetoxi-benzeno), portanto 2 isômeros constitucionais; somando com o próprio composto, 3 isômeros.



5. a) Nomenclatura IUPAC: propanona.

Nomenclatura comercial: acetona.

b) Fórmula estrutural do isômero de função da propanona, o propanal (nomenclatura IUPAC):



6. Alternativa a.

I. Correta.

Propanal: $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ – aldeído

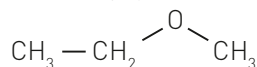


Propanona: $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ – cetona

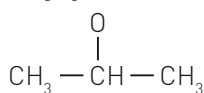


II. Correta.

Etilmetil-éter: $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ – éter

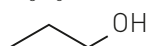


Propan-2-ol: $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ – álcool



III. Correta.

Propan-1-ol: $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ – álcool

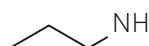


Propan-2-ol: $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ – álcool



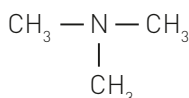
IV. Correta.

Propilamina: $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$ – amina



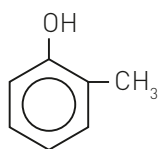
cadeia homogênea

Trimetilamina: $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$ – amina

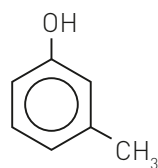


cadeia heterogênea

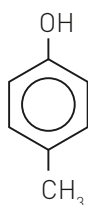
7. a)



ortometilfenol



metametilfenol

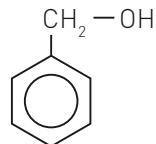


parametilfenol

isômeros de posição

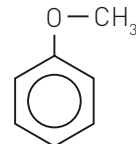
b) O álcool benzílico possui o grupo OH, que estabelece interações intermoleculares do tipo ligações de hidrogênio. Estas são mais fortes que as interações dipolo-dipolo que ocorrem no éter. Por isso, o ponto de ebulição do álcool é maior.

D:



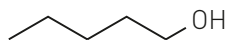
álcool benzílico

E:

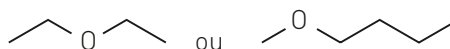


fenilmetil-éter

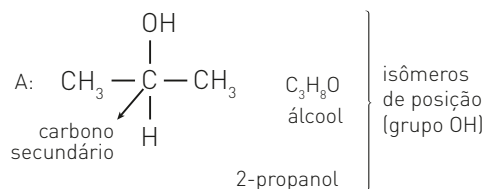
8. O álcool em questão é o pentan-1-ol:



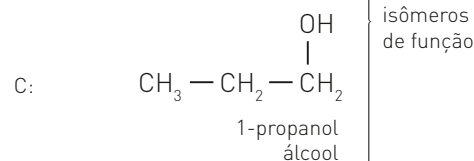
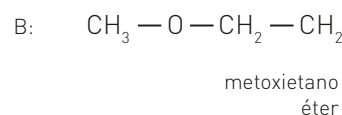
Isômero de função: éter



9. Alternativa e.

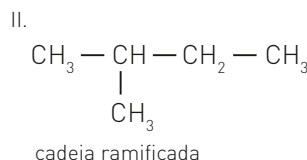
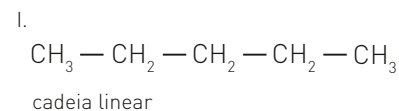


isômeros de posição (grupo OH)



isômeros de função

10. Alternativa b.



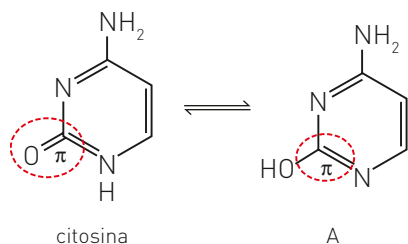
isômeros de cadeia

11. Alternativa a.

São isômeros de cadeia compostos que apresentam a mesma fórmula molecular, porém diferenciam-se pelo tipo de cadeia. Nesse caso, tem-se uma cadeia normal e uma ramificada.

12. Alternativa e.

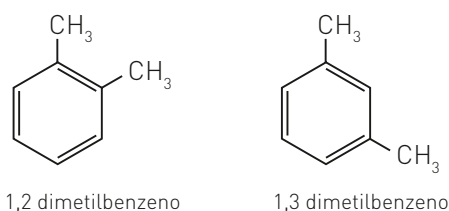
No processo químico apresentado, a substância A é um **tautômero** da citosina, ou seja, a ligação π (π) presente no oxigênio muda de posição.



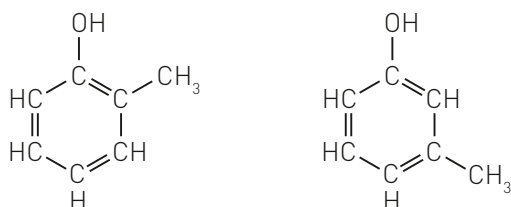
13. a) **Biodegradação**: é o processo de decomposição de materiais de origem orgânica pela ação dos seres vivos; trata-se de um processo que consiste na mudança da forma dos compostos contaminantes pela ação de microrganismos. Sob condições adequadas, os microrganismos ajudam ou são responsáveis por reações químicas que resultam em compostos que apresentam baixo ou nenhum risco aos seres vivos.

Adsorção de contaminantes: na adsorção, as moléculas ou íons de uma substância ficam retidos (fixados) na superfície de sólidos por interações químicas e físicas. Um ótimo exemplo de substância adsorvente é o carvão ativado.

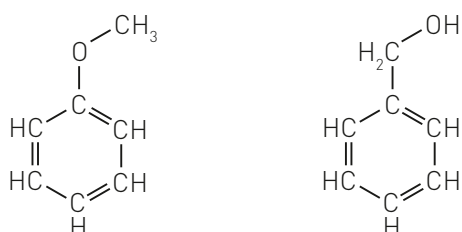
b) Teremos:



14. Fórmulas estruturais planas dos dois cresóis presentes em menor proporção, ou seja, orto e meta:

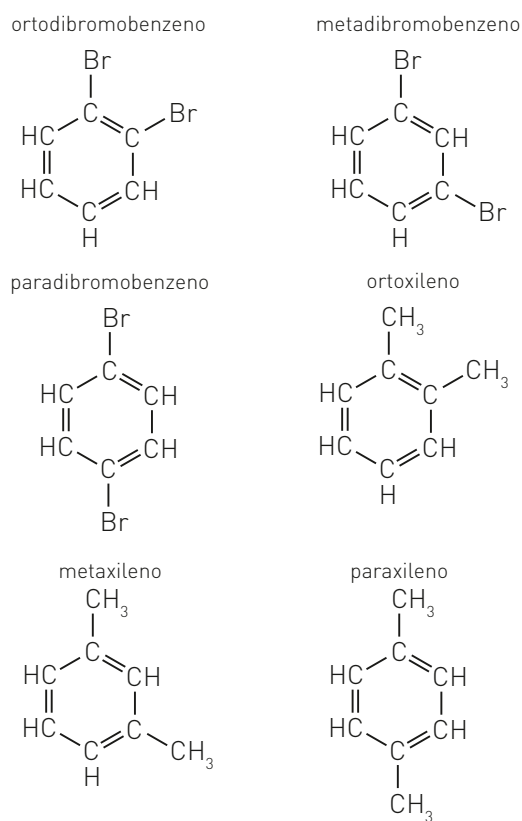


Fórmulas estruturais planas dos dois compostos aromáticos isômeros de função (éter e álcool) dos cresóis:



15.04 e 16.

Apresentam isomeria de posição:

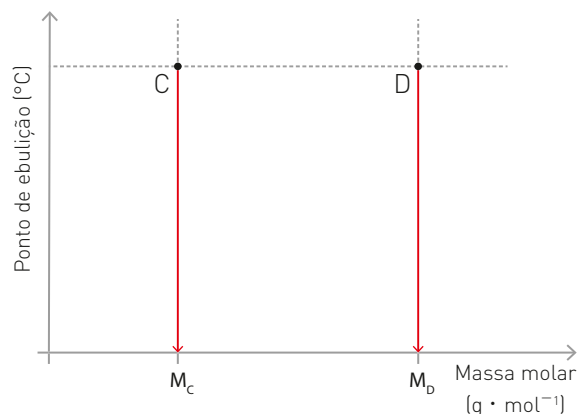


16. Alternativa d.

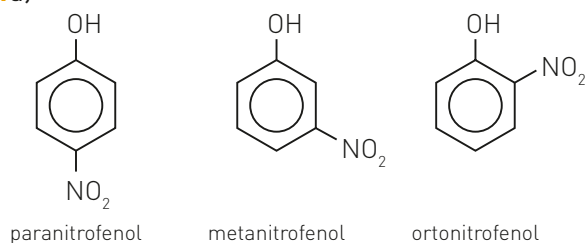
Quanto mais ramificado for o isômero, menor será seu ponto de ebulição, devido à diminuição das forças intermoleculares. A (menor ponto de ebulição) é mais ramificado que o composto C (maior ponto de ebulição).

O isômero D (álcool) apresentará maior ponto de ebulição, em relação ao isômero B, devido à presença do grupo hidroxila, que faz ligação de hidrogênio.

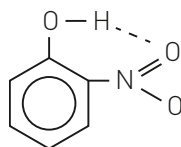
Se C e D fossem isômeros, apresentariam a mesma massa molar e isso não ocorre (de acordo com o gráfico).



17.a)



b) Ortonitrofenol.



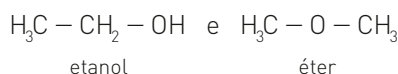
Nessa substância ocorre uma ligação de hidrogênio intramolecular. Com isso, é menor o número de interações intermoleculares e, conseqüentemente, menor o ponto de fusão.

18. Alternativa e.

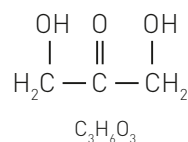
- I. Verdadeira. Metal alcalino do 3º período = Na; calcogênio de menor massa = O; composto = Na₂O.
- II. Falsa. As fórmulas dos cloretos desses cátions serão: FeCl₂ e FeCl₃.
- III. Verdadeira. Por apresentarem 4 e⁻, 1 e⁻, 6 e⁻ e 5 e⁻, respectivamente, esses elementos

formam diferentes compostos covalentes (tendência a compartilhar elétrons). No caso do hidrogênio, ele tende a compartilhar 1 e⁻ para ficar semelhante ao gás nobre He, que estabiliza com apenas 2 e⁻; os demais tendem a ficar com 8 e⁻ na camada de valência.

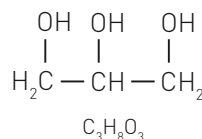
IV. Verdadeira. A fórmula molecular C₂H₆O poderá formar compostos como o etanol (álcool) e o metoximetano (éter), formando isômeros de função.



19.a) DHA:



Glicerol:



b) Não, pois não são nem isômeros.

Capítulo 15 Isomeria espacial

Objetivos do capítulo

Isomeria geométrica

- Relacionar a existência de 2 ligantes diferentes em cada carbono de uma dupla-ligação com a existência de estruturas espacialmente diferentes;
- identificar casos de isomeria geométrica em compostos de cadeia aberta;
- reconhecer a isomeria geométrica em isômeros cíclicos com o plano determinado pelos átomos de carbono do anel.

Isomeria óptica

- Diferenciar luz natural de luz polarizada;
- entender o funcionamento de um polarímetro;
- identificar carbonos quirais;

- relacionar a existência do carbono quiral com a existência de estruturas não sobreponíveis;
- comparar o comportamento dos isômeros D e L frente à luz polarizada;
- definir a mistura racêmica e relacionar a sua composição com sua inatividade óptica.

Sugestões de abordagem

Isomeria geométrica

A maneira mais eficiente de mostrar ao aluno a diferença entre os isômeros geométricos é apresentando os isômeros do 1,2-dicloroeteno por meio de modelos do tipo pau e bola e, a partir disso, explicar as diferentes propriedades físicas.

Esses modelos podem ser construídos com bolas de isopor de cores diferentes, para representar os átomos, e palitos de madeira, como os usados em espetos de churrasco, para representar as ligações.

Acreditamos que a imagem formada pelo aluno, em escala macro, pode ser transposta como estruturas moleculares, em escala micro. Porém, sempre que se utiliza esse tipo de modelo, deve-se ressaltar para os alunos o tamanho real dos átomos e as ligações, que correspondem a pares de elétrons.

Na isomeria geométrica, em compostos de cadeia aberta, deve-se destacar que a existência da dupla não permite o movimento de rotação, que só seria possível com a quebra da ligação π .

Após destacar as condições de ocorrência em compostos de cadeia aberta, o professor pode mostrar, com os mesmos modelos, os isômeros do 1,2-diclorociclopropano e enfatizar que, nesses casos, não é necessário ter a dupla-ligação, pois o anel impede a rotação.

Isomeria óptica

A introdução histórica (veja histórico da descoberta da isomeria óptica na página 355) acompanhada das explicações sobre a luz, seguida da apresentação de um modelo pau e bola, pode garantir ao aluno uma visão do fenômeno.

A experiência em sala de aula mostrou que, sem o uso desses modelos, os alunos não conseguem perceber que existem diferenças nas estruturas e que elas não são sobreponíveis.

Apesar das objeções ao uso de modelos em escala macro, é fundamental usá-los nessa aula. Lembre-se de fazer comentários sobre o tamanho real dos átomos.

EXPLORE SEU MUNDO – MODELANDO ISÔMEROS COM BALAS DE GOMA E PALITOS (p. 337)

Professor, aqui você encontra a descrição de como fazer modelos usando balas de goma e palitos, já abordados anteriormente.

Organize a atividade previamente, pedindo aos estudantes que tragam os materiais. Coloque na lousa a fórmula e o nome de algumas substâncias e peça que montem os modelos seguindo as instruções fornecidas.

Inclua exemplos que permitam apreciar a isomeria geométrica. Uma vez confeccionados os modelos, peça aos grupos que apresentem e expliquem a ocorrência ou não da isomeria geométrica.

Conexão

Fisiologia (p. 338)

Feromônios e Química da visão

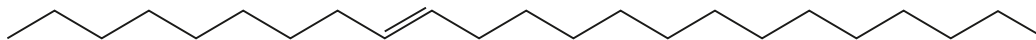
Tanto o texto que explica a ação dos feromônios e seu uso para evitar a proliferação de moscas das frutas como o que explica a Química da visão podem ser usados para introduzir o estudo da isomeria geométrica.

Esses textos, que relacionam Química com o funcionamento de organismos vivos, permitem que o professor discuta com os alunos sobre o efeito do uso de inseticidas agrícolas em grande escala no ambiente e a importância da ingestão de alimentos que sejam fontes de vitamina A.

Pode-se também retomar como é importante a forma geométrica das moléculas para que ocorra um encaixe propício entre elas e o seu local de ação.

Reflita

1. trans-9-tricoseno:



Existem 23 pares de elétrons compartilhados entre carbonos.

2. A molécula *cis* é mais polar que a molécula *trans*, pois os grupos mais eletronegativos estão do mesmo lado, assim suas forças não são anuladas como na molécula *trans*.
3. A interação existente é do tipo dipolo induzido-dipolo induzido.
4. Como a molécula do *cis*-11-retinal é fotorreceptora, quando a luz incide nos olhos ocorre uma reação na porção *cis* da molécula, convertendo-a em *trans*.
5. Pesquisa a ser desenvolvida pelo aluno.

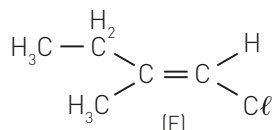
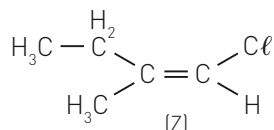
Fundamentando seus conhecimentos (p. 340)

1. II e III.

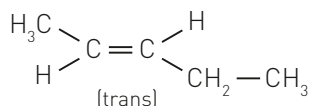
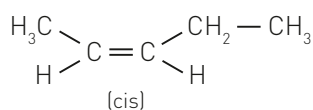
2. II. E
III. Z

3. a) Compostos II, III, IV, VI e VIII.

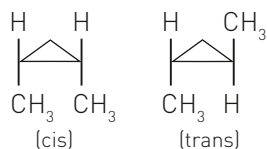
b) Composto II:



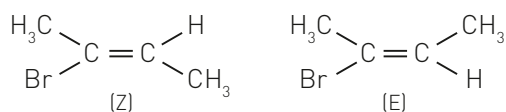
Composto III:



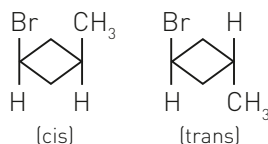
Composto IV:



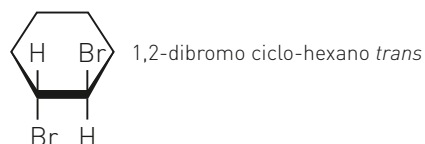
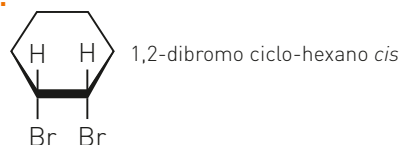
Composto VI:



Composto VIII:

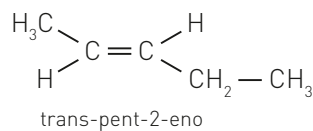
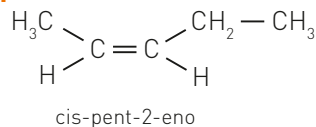


4.



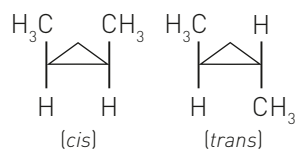
5. Apenas II.

6.



7. Apenas IX.

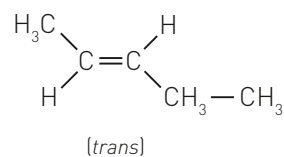
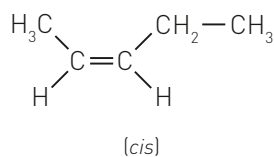
8. IX = 1,2-dimetilcloropentano



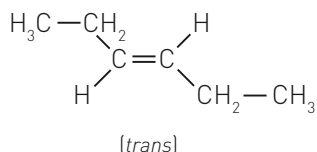
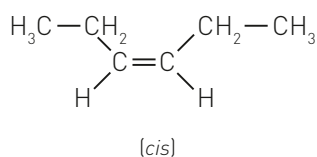
Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 341)

1. a) Compostos II, III, VI e VIII.

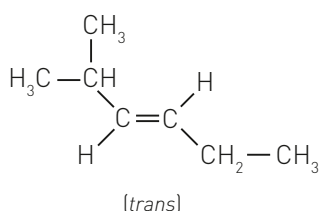
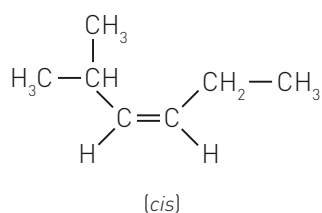
b) Composto II:



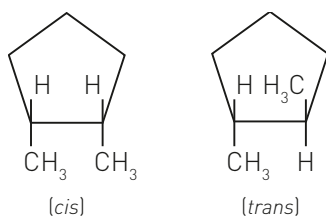
Composto III:



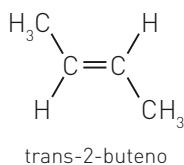
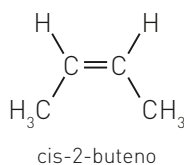
Composto VI:



Composto VIII:



2.a)



b) $\text{C}_4\text{H}_8 \Rightarrow 12$ átomos

Carbono:

12 átomos — 100%

4 átomos C — x

$$x = 33,3\%$$

Hidrogênio:

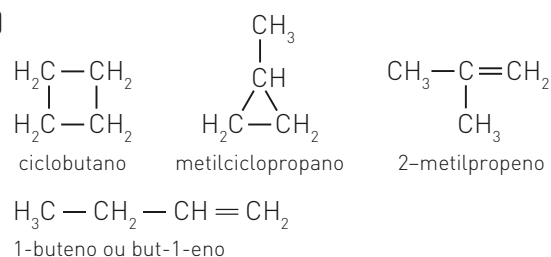
12 átomos — 100%

8 átomos H — x

$$x = 66,7\%$$

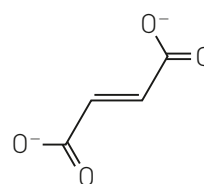
$$\therefore \text{C}_{33,3\%}\text{H}_{66,7\%}$$

c)



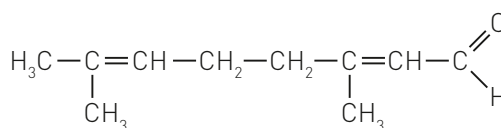
3. Alternativa d.

O íon fumarato é formado pela remoção de dois átomos de hidrogênio do succinato. A perda desses átomos acarreta a formação de uma ligação dupla. Com base nestas informações, e sabendo que o íon fumarato é um isômero geométrico *trans*, sua fórmula espacial corresponde a:

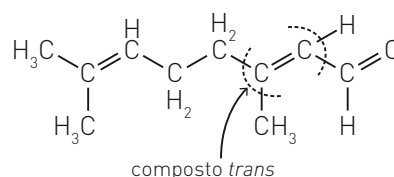


4. Alternativa a.

Considerando as informações contidas no texto, bem como a fórmula molecular do composto, pode-se chegar à seguinte estrutura:

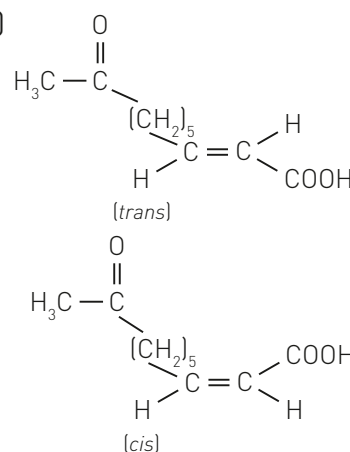


Sabendo que o isômero *trans* é o que mais contribui para o forte odor e é o mais efetivo para atrair o maior número de abelhas, tem-se:



5.a) Cetona e ácido carboxílico.

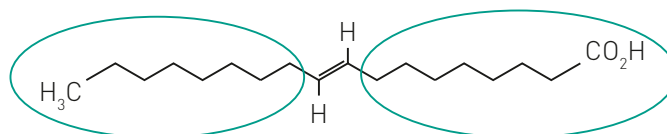
b)



6. Alternativa c.

A presença de uma dupla-ligação em um átomo de carbono faz com que ele fique com duas valências livres, formando um ângulo de 120° [o carbono sofre uma hibridização do tipo sp^2]. A ligação π (π), que é responsável pela dupla-ligação, impede a rotação dos átomos de carbono em volta de um eixo de referência. Quando os ligantes de maior massa estiverem em semiespaços opostos, teremos o isômero geométrico na forma **trans**.

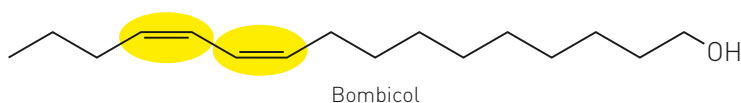
A fórmula do composto ao qual a denominação *trans* faz referência é:



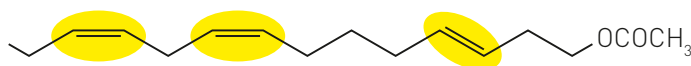
Ligantes de maior massa em lados opostos em relação à dupla-ligação.

7. Alternativa e.

Percebe-se que a estrutura do bombicol apresenta isomeria *cis-trans*.

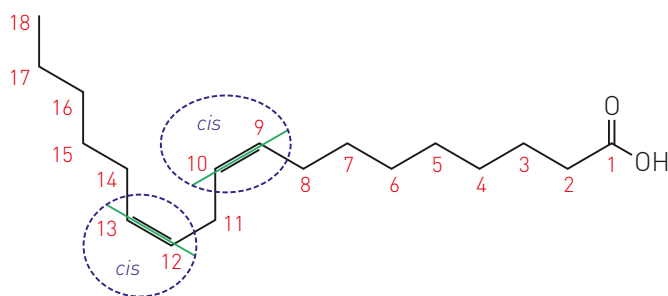


Este tipo de isomeria também ocorre no composto no feromônio utilizado no controle do inseto *Scrobipalpuloides absoluta*.



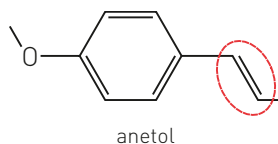
8. Alternativa a.

As conformações espaciais nessas ligações duplas são denominadas, respectivamente: *cis* e *cis*, pois os ligantes de maior massa estão do mesmo lado do plano de referência para os carbonos 9 e 12.

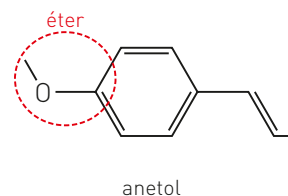
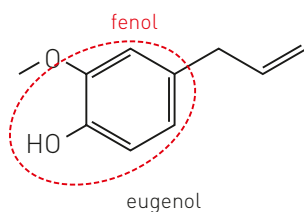
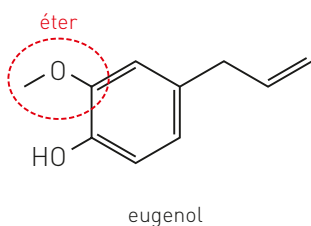


9. Alternativa c.

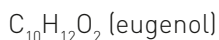
I. Incorreta. Apenas o anetol possui isomeria geométrica, ou seja, os carbonos da dupla-ligação possuem 2 ligantes diferentes.



II. Correta.



III. Correta.



IV. Incorreta. A hidroxila presente na estrutura do eugenol forma ligações de hidrogênio, fazendo com que seu PE seja maior que o anetol.

10. Alternativa b.

O ácido maleico é polar e o fumárico é apolar.

Desafiando seus conhecimentos (p. 344)

1. Alternativa b.

Par 1 – isômeros de cadeia.

Par 2 – isômeros geométricos.

Par 3 – não são isômeros.

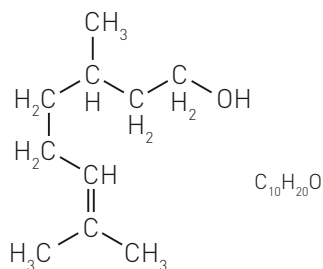
Par 4 – isômeros de função.

2. Alternativa a.

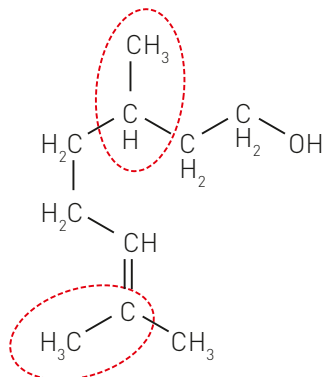
I. Correta. É um álcool insaturado, pois apresenta dupla-ligação na cadeia.

II. Incorreta. Não apresenta isomeria *cis-trans*, pois um dos carbonos da dupla-ligação está ligado a dois ligantes iguais (radicais metil).

III. Incorreta. Apresenta 20 hidrogênios.



IV. Incorreta. Apresenta 2 ramificações.



3. Alternativa c.

Fórmula molecular: $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$

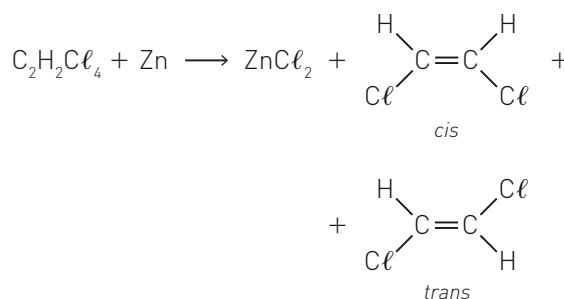
Massa molar: 194 g/mol

$$194 \text{ — } 100\%$$

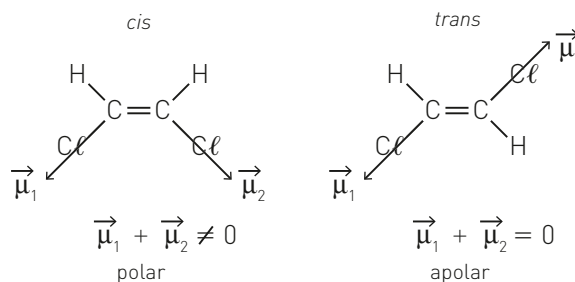
$$96 \text{ — } x$$

$$x \cong 49,5\% \text{ de C}$$

4. a) Os dois compostos isoméricos formados na reação são do tipo *cis-trans*:



b) A partir da análise das estruturas, em termos de polaridade, vem:



Conclusão: O isômero *cis* tem maior ponto de ebulição, pois é polar (maiores forças intermoleculares).

5. Alternativa d.

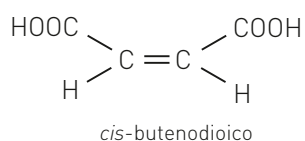
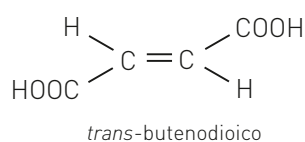
Na isomeria geométrica ocorre modificação no arranjo espacial dos grupos ligados aos átomos de nitrogênio (*cis* = mesmo lado e *trans* = lados opostos).

6. a) O composto apresentado pertence à função orgânica éster.

b) O nome oficial do isômero geométrico da figura 1 pela nomenclatura IUPAC é etanoato de *trans*-tetradec-11-em-1-ila.

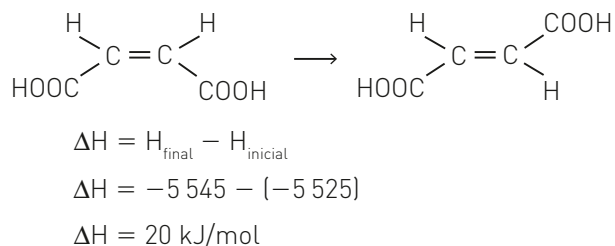
7. Alternativa a.

I. Correta. O ácido fumárico e o maleico são os isômeros geométricos do ácido butenodioico:

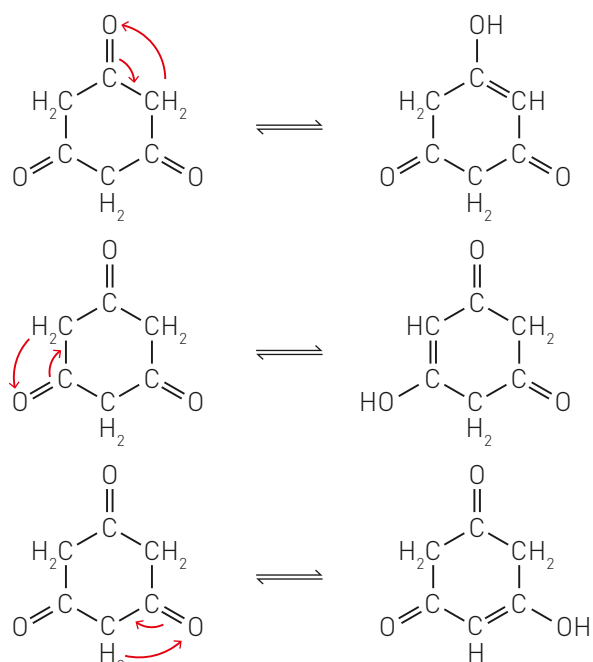


II. Correta. O ácido maleico é polar, sendo, portanto, mais solúvel em água.

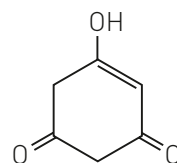
III. Correta:



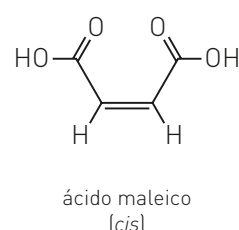
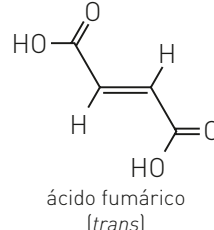
8. a) Teremos três possibilidades que levam ao mesmo composto:



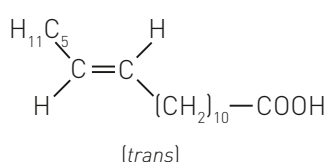
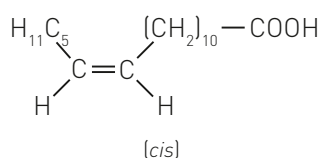
Fórmula do tautômero em bastão:



b) Fórmulas estruturais:

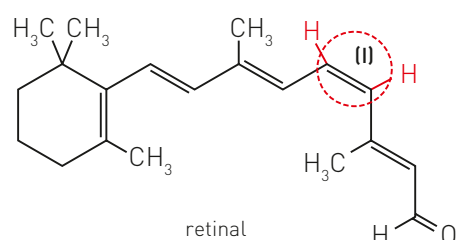


9.

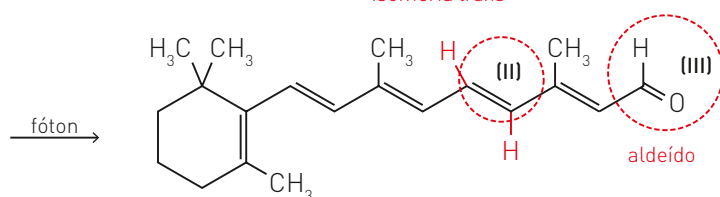


10. Alternativa a.

isomeria *cis*

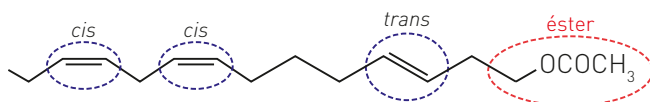


isomeria *trans*



11. Alternativa e.

Fórmula do feromônio desenvolvido:

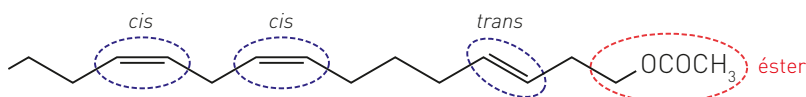


Função orgânica: éster de ácido carboxílico ou éster.

Cadeia carbônica: normal.

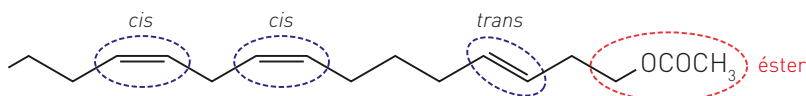
Isomeria geométrica: *cis* e *trans*.

Fórmula estrutural do substituto adequado, que apresenta estas características:

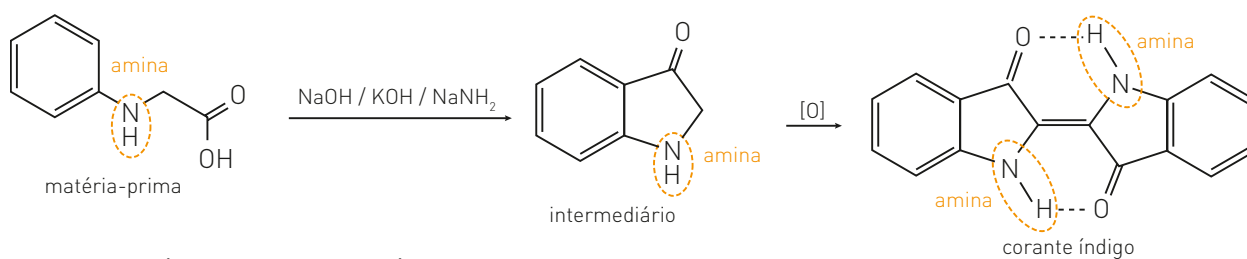


Isomeria geométrica: *cis* e *trans*.

Fórmula estrutural do substituto adequado, que apresenta estas características:



12. Alternativa c.



Função orgânica comum aos três compostos: amina.

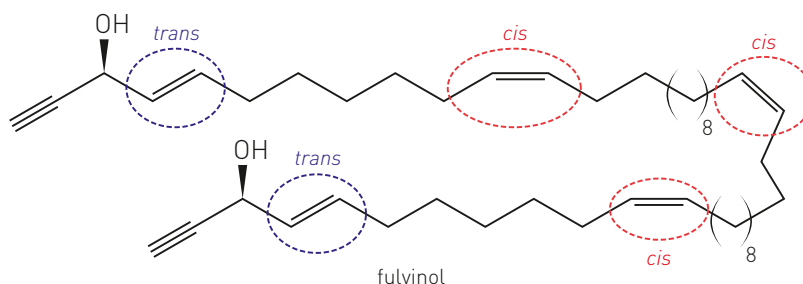
O isômero geométrico do corante índigo é *trans*.

O tipo de interação intramolecular é ligação de hidrogênio.

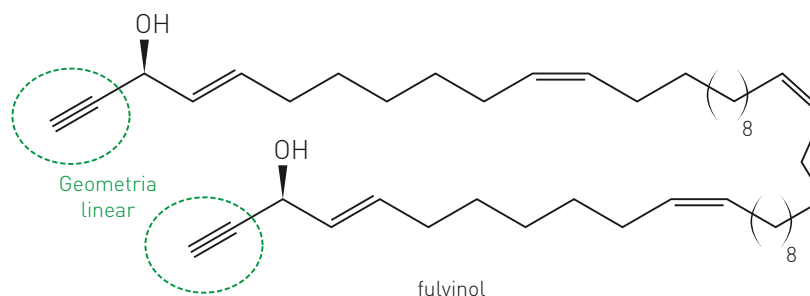
13. Alternativa d.

I. Incorreta. A molécula pertence à função álcool (presença do grupo OH ligado a carbono saturado).

II. Correta. Apresenta ligações duplas *trans* e *cis*.

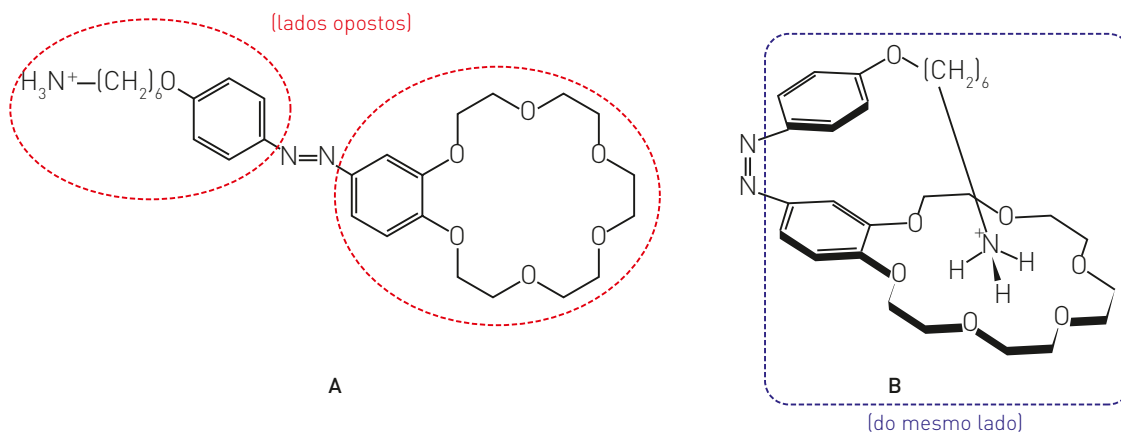


III. Correta. Apresenta 4 carbonos com geometria linear.

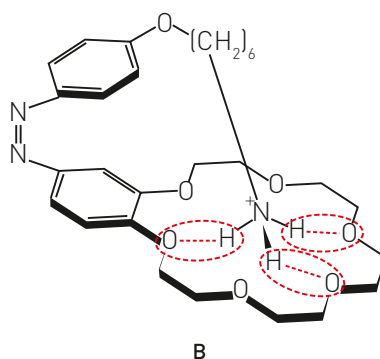


14. Alternativa c.

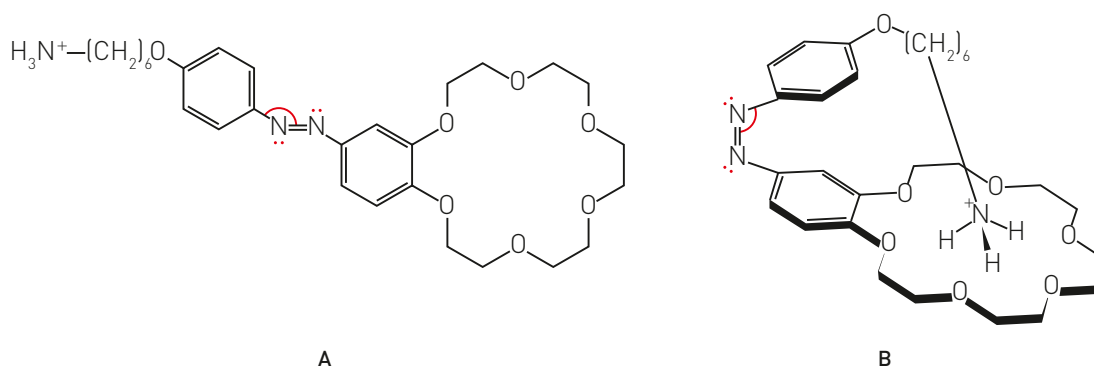
I. Correta. A e B são isômeros geométricos em que os substituintes na ligação $N=N$ estão em lados opostos no isômero A e no mesmo lado no isômero B.



II. Correta. A interação do grupo $-NH_3^+$ com o heterociclo, no isômero B, é do tipo ligação de hidrogênio.



III. Incorreta. Os nitrogênios que fazem ligação dupla apresentam estrutura angular.

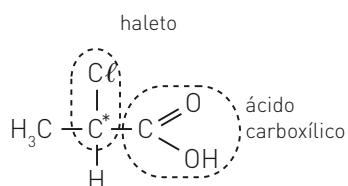


(p. 350)

Porque os pés são imagens especulares e, portanto, são assimétricos ou quirais.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 356)

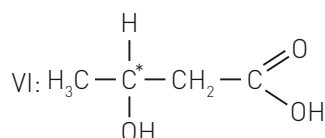
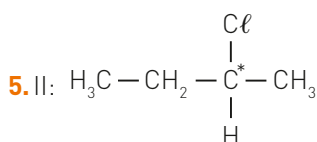
1. Ácido carboxílico e haleto orgânico.



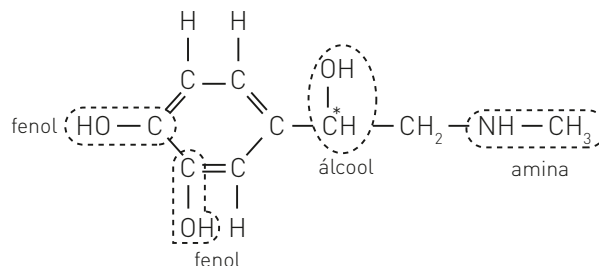
2. $\text{H}_3\text{C} - \text{CHCl} - \text{COOH}$.

3. $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2\text{Cl}$.

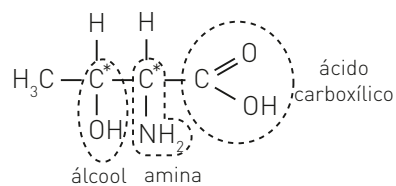
4. C^* quiral (ver figura do exercício 1).



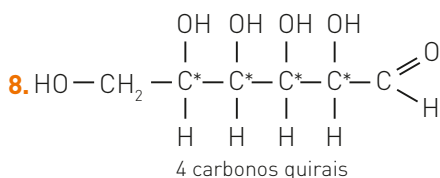
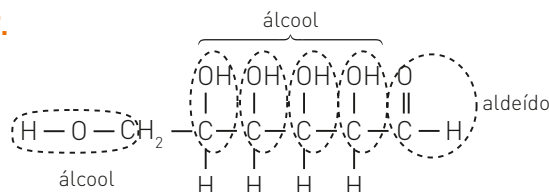
6. Epinefrina: 1 carbono quiral (C^*)



Treonina: 2 carbonos quirais (C^*)



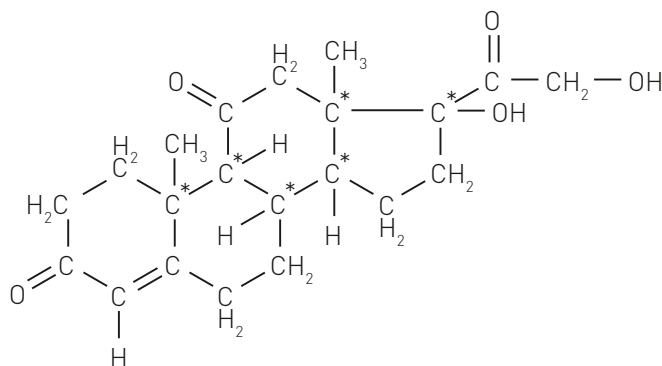
7.



9. $\text{IOA} = 2^n = 2^4 = 16$ isômeros opticamente ativos.

10. $\text{IOA} = \frac{2^n}{2} = \frac{2^4}{2} = 8$ misturas racêmicas possíveis.

11.



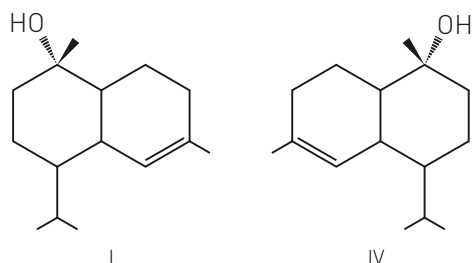
6 carbonos quirais (C^*)

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 357)

1. Alternativa b.

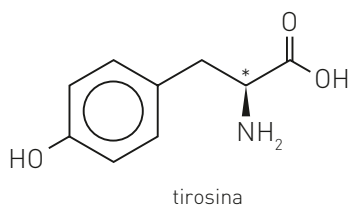
2. Alternativa b.

I e IV são isômeros espaciais:



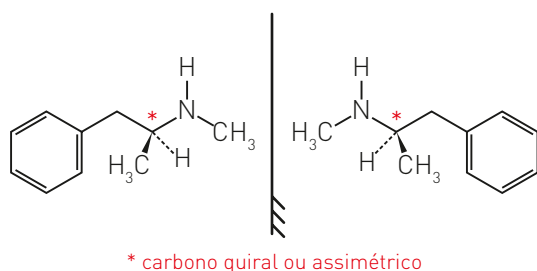
3. Alternativa d.

A tirosina possui um carbono assimétrico (*):

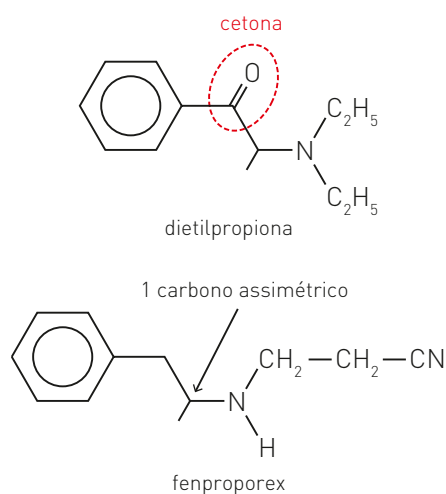


4. Alternativa e.

Os compostos são isômeros ópticos.

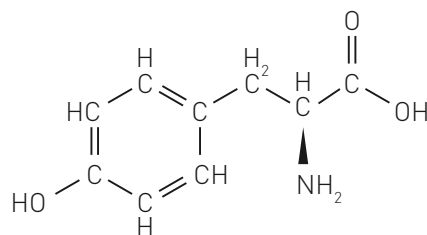


5. Alternativa d.

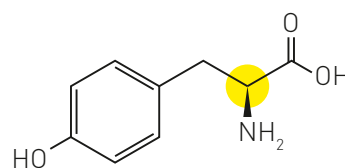


6. Alternativa a.

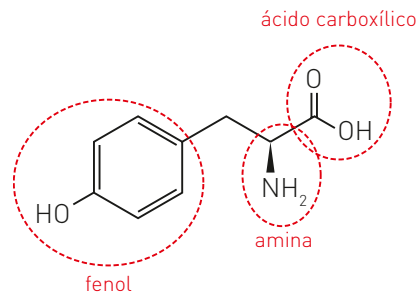
I. Correta. A sua fórmula molecular é $C_9H_{11}NO_3$.



II. Correta. A tirosina contém apenas um carbono quiral (assimétrico) em sua estrutura.

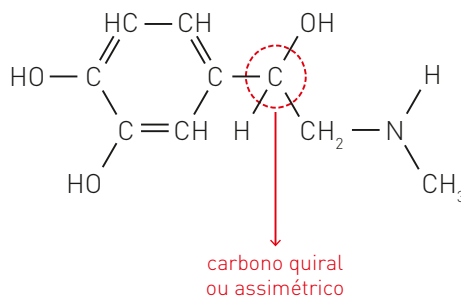


III. Incorreta. A tirosina apresenta as funções fenol, amina e ácido carboxílico.

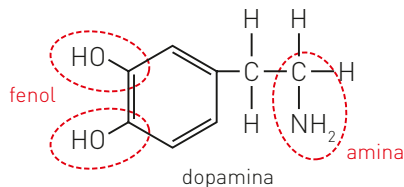
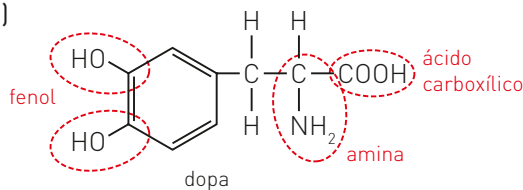


7. Alternativa c.

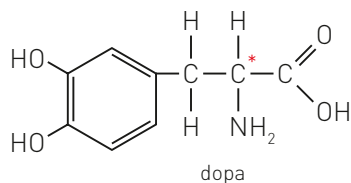
O composto orgânico que apresenta isomeria óptica possui carbono quiral ou assimétrico (átomo de carbono ligado a quatro ligantes diferentes entre si):



8. a)

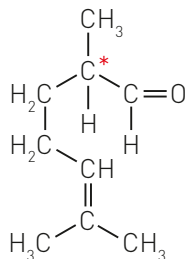


b) A substância dopa possui atividade óptica pois apresenta um carbono assimétrico (C*).



9. Alternativa a.

a) Correta. Apresenta isomeria ótica, pois possui carbono assimétrico ou quiral (C*).



b) Incorreta. Tem fórmula molecular $C_9H_{16}O$.

c) Incorreta. Não apresenta duplas-ligações conjugadas (alternadas).

d) Incorreta. Sofre reação de hidrogenação nas duplas-ligações.

e) Incorreta. Apresenta a função aldeído.

10. Alternativa a.

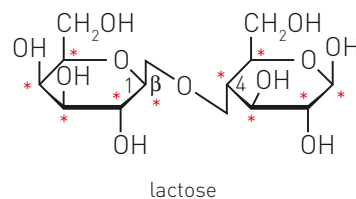
I. Correta. A coniina realiza interação intermolecular do tipo ligação de hidrogênio, e, portanto, apresenta maior temperatura de ebulição.

II. Incorreta. A coniina apresenta um átomo de carbono assimétrico em sua estrutura.

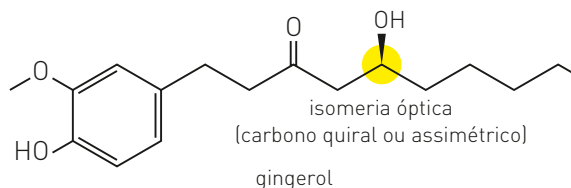
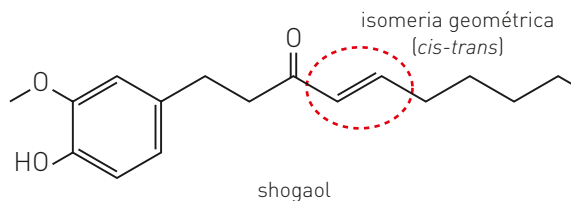
III. Incorreta. A coniceína não é classificada como uma amina secundária, mas sim como uma imina.

11. Alternativa b.

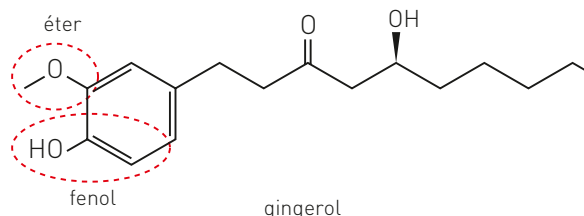
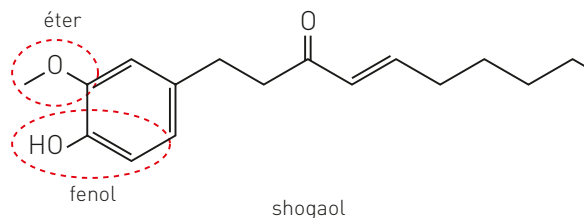
A lactose possui dez carbonos assimétricos (*), ou seja, ligados a quatro ligantes diferentes entre si.



12. Tipo de isomeria espacial presente:



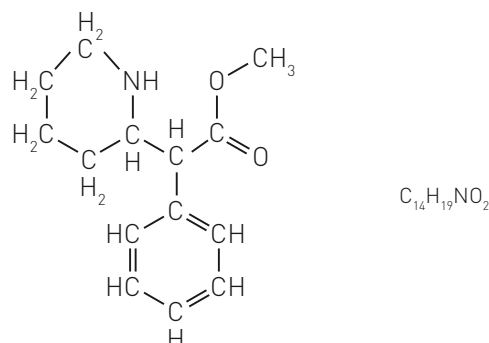
Funções orgânicas correspondentes aos grupos oxigenados ligados diretamente aos núcleos aromáticos:



13. Alternativa a.

I. Correta.

Apresenta fórmula molecular $C_{14}H_{19}NO_2$.



II. Incorreta.

Um comprimido com 20 mg ($20 \cdot 10^{-3}$ g) apresenta mais de $1,0 \cdot 10^{-5}$ mol dessa substância.

$$C_{14}H_{19}NO_2 = 14 \cdot 12 + 19 \cdot 1 + 14 + 2 \cdot 16 = 233$$

$$1 \text{ mol} \text{ ————— } 233 \text{ g}$$

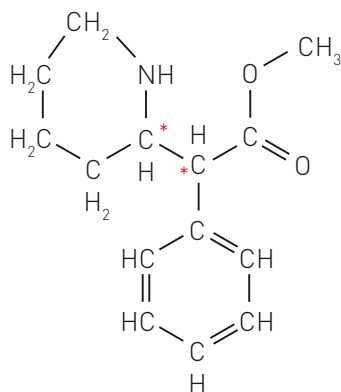
$$n_{C_{14}H_{19}NO_2} \text{ ————— } 20 \cdot 10^{-3} \text{ g}$$

$$n_{C_{14}H_{19}NO_2} \cong 8,58 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$8,58 \cdot 10^{-5} \text{ mol} > 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

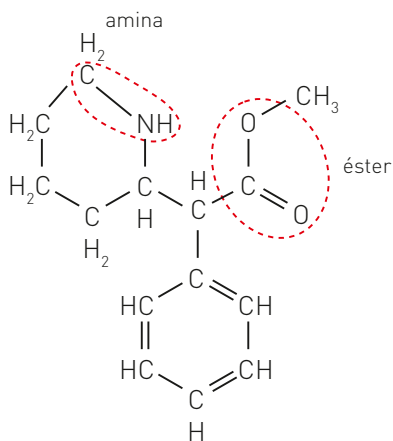
III. Correta.

A molécula apresenta dois carbonos quirais ou assimétricos (*).



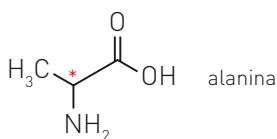
IV. Incorreta.

Apresenta as funções amina e éster.

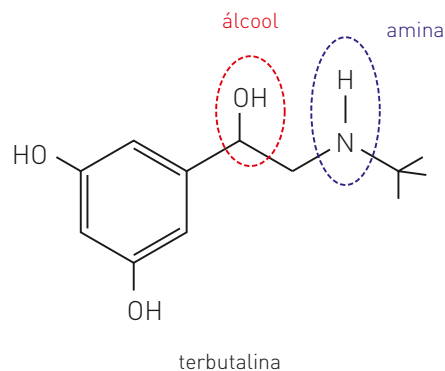
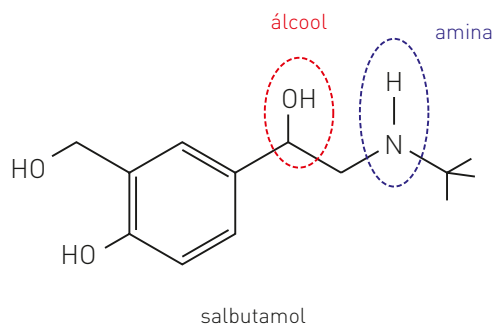


14. Alternativa b.

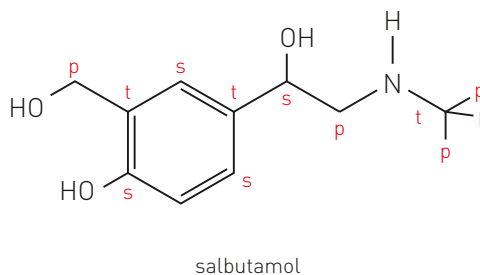
A alanina apresenta um carbono quiral ou assimétrico (*); logo, possui dois estereoisômeros opticamente ativos (destrogiro e levogiro).



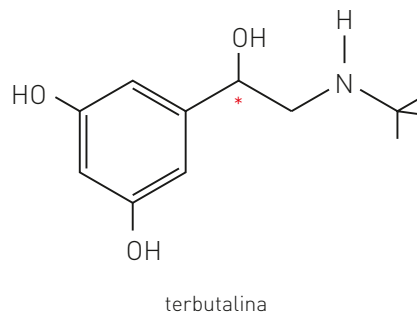
15. Funções orgânicas correspondentes (ligação direta com os carbonos alifáticos em cada molécula): álcool e amina.



Número de átomos de carbonos terciários presentes no salbutamol: 3.



Número de isômeros ópticos ativos da terbutalina (1 carbono quiral): 2.

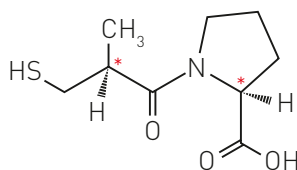


Desafiando seus conhecimentos (p. 361)

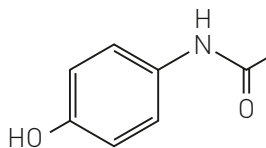
1. Alternativa c.

Na simulação verifica-se que a luz polarizada não sofre desvio; conclui-se que o fármaco analisado não apresenta carbono assimétrico ou quiral, ou seja, trata-se do paracetamol.

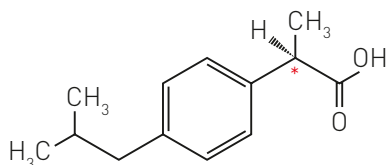
* carbono assimétrico ou quiral



captopril



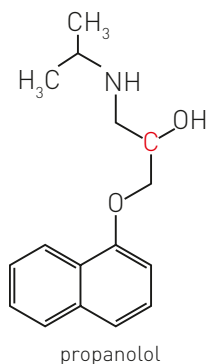
paracetamol



ibuprofeno

2. Alternativa e.

O carbono em vermelho é o carbono quiral, ou seja, está ligado a quatro ligantes diferentes, apresentando, portanto, isomeria óptica. É proibido porque diminui os batimentos cardíacos, aumentando a precisão dos atletas.



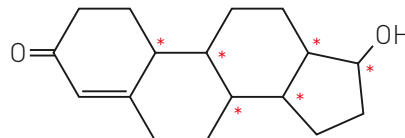
propanolol

3. Alternativa d.

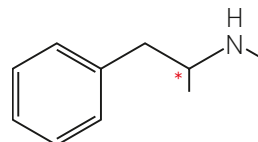
Como um é dextrogiro e o outro levogiro, suas interações com o organismo se darão de formas distintas.

4. Alternativa c.

1. Verdadeira. A testosterona possui seis carbonos quirais (*).



2. Verdadeira. A metanfetamina possui dois isômeros ópticos (destrogiro e levogiro), pois possui um carbono quiral (*).



3. Falsa. A hidroclorotiazida não possui isômeros geométricos (plano de referência com ligantes diferentes no mesmo carbono da ligação pi).

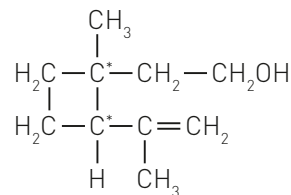
4. Verdadeira. As três substâncias utilizadas em *doping* apresentam algum tipo de isomeria (plana ou espacial).

5. Alternativa e.

I. Correto: A e B são álcoois isômeros de cadeia e C e D são aldeídos isômeros geométricos.

II. Incorreto: a água é formada a partir dos átomos de hidrogênio do composto orgânico. Em B há 18 átomos de H (formam-se 9 moléculas de H_2O) e em D há 16 átomos de H (formam-se 8 moléculas de H_2O).

III. Correto:

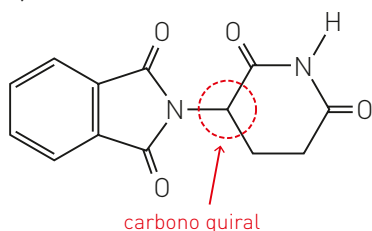


6. Alternativa e.

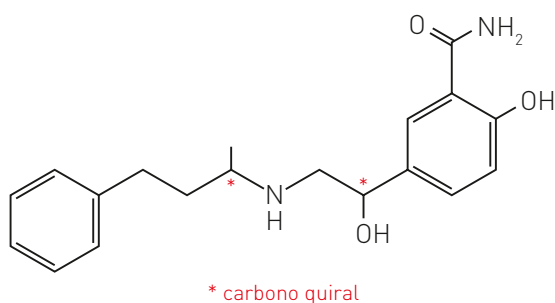
- Incorreta. Isômeros ópticos possuem iguais pontos de fusão e ebulição.
- Incorreta, pois o ácido láctico isolado por Berzelius era opticamente ativo, por apresentar carbono quiral (não possui plano de simetria).
- Incorreta. O ácido láctico possui apenas um carbono quiral e 2 isômeros opticamente ativos.
- Incorreta. O ácido láctico forma apenas uma mistura racêmica.
- Correta. O ácido láctico isolado do leite fermentado tinha os dois enantiômeros em quantidades iguais à mistura racêmica.

7. Alternativa d.

A (-) talidomida e a (+) talidomida são isômeros ópticos (possuem carbono quiral ou assimétrico) que formam um par de **enantiômeros** (dextrogiro e levogiro).



8. Alternativa d.

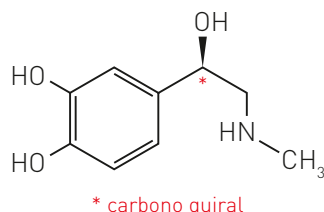


n° de carbonos quirais: 2

Total de estereoisômeros na mistura: $2^2 = 4$

9. Alternativa a.

Para que tenha isômeros opticamente ativos (IOA), é necessário que a molécula tenha carbonos quirais, que são carbonos assimétricos, que possuem 4 ligantes diferentes a ele ligados.



$$\text{IOA} = 2^n = 2^1 = 2$$

10. Alternativa b.

I. Verdadeira. Racemato ou mistura racêmica é a mistura de dois isômeros ópticos.

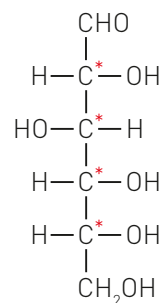
II. Falsa. Diastereoisômeros são isômeros que não são imagens espaciais um do outro, mas nesse caso isso não ocorre.

III. Falsa. Os dois isômeros são isômeros ópticos, pois apresentam carbonos quirais.

IV. Verdadeira. Isômeros ópticos apresentam mesmo ponto de fusão e de ebulição.

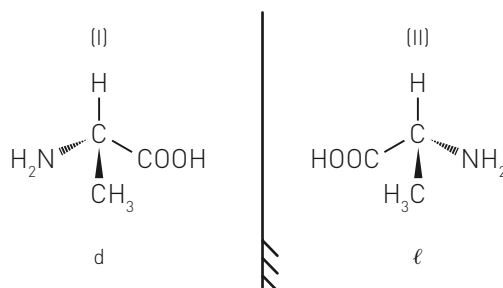
11. Alternativa b.

De acordo com a representação da glicose no texto ela apresenta quatro carbonos assimétricos ou quirais (*):



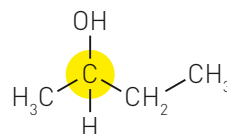
$$\text{IOA} = 2^n = 2^4 = 16$$

12. Alternativa d.

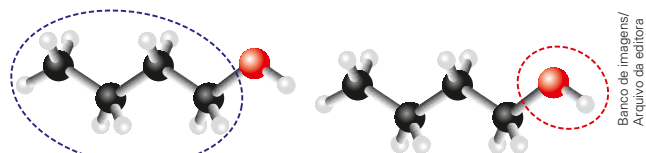


13. Alternativa c.

Entre os álcoois utilizados contendo um centro quiral, aquele de maior solubilidade em água possui fórmula estrutural correspondente ao butan-2-ol (quatro carbonos na cadeia principal e presença de carbono assimétrico):



14. a) Teremos:



Região hidrofóbica
(apolar)

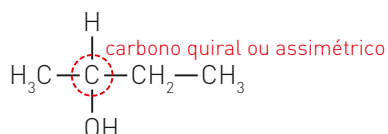
Região hidrofílica
(polar)

Tipo de interação intermolecular que ocorre na região hidrofílica: ligação de hidrogênio ou ponte de hidrogênio.

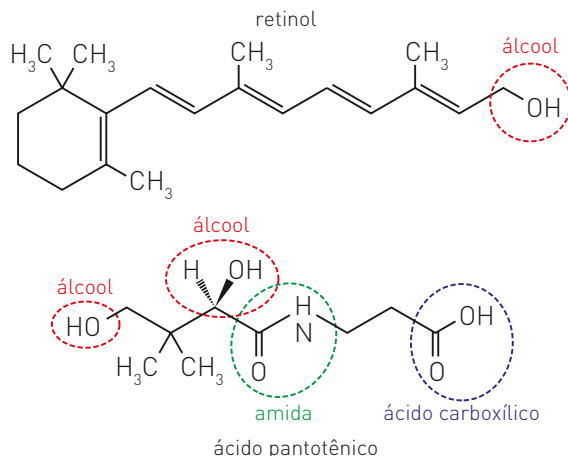
b) Álcool de quatro carbonos mais solúvel: terc-butilico.

Nome IUPAC: 2-metil-propan-2-ol ou metil-propan-2-ol.

Apresenta isômeros ópticos: sec-butílico (II).



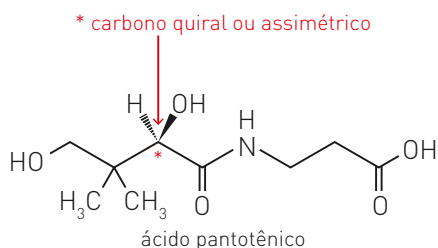
15. Funções orgânicas presentes em cada vitamina:



A vitamina B5 é hidrossolúvel, pois apresenta grupos que fazem ligações de hidrogênio com a água, ou seja, as funções álcool, amida e ácido carboxílico.

A vitamina A é lipossolúvel, pois é predominantemente apolar, apresentando interações do tipo dipolo induzido com as cadeias de moléculas de gordura.

A vitamina B5 ou ácido pantotênico apresenta isomeria óptica, pois possui carbono quiral ou assimétrico.



16.a) Líquidos que possuem menores pressões de vapor apresentam forças intermoleculares mais intensas.

O composto 1 faz pontes de hidrogênio ou ligações de hidrogênio, que são mais intensas do que as interações do tipo dipolo-dipolo apresentadas pelo composto 2.

Conclusão:

$$P_{\text{vapor y}} > P_{\text{vapor x}}$$

58,6 kPa 1,67 kPa

y = composto 2 (éter etílico)

x = composto 1 (butan-2-ol)

O composto 1 (butan-2-ol) possui o grupo OH, logo faz pontes de hidrogênio com a água (composto de elevada polaridade) e consequentemente é mais solúvel do que o composto 2.

Conclusão:

$$\text{Solubilidade z} < \text{Solubilidade w}$$

69 g/L 290 g/L

z = composto 2 (éter etílico)

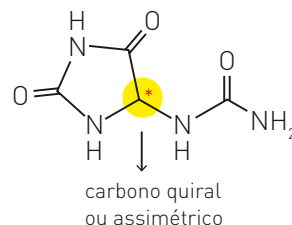
w = composto 1 (butan-2-ol)

b) Os compostos 1 e 2 apresentam isomeria de função ou funcional.

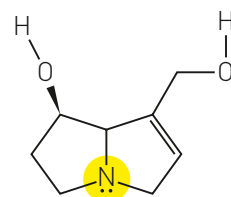
17.a) Composto 1: amida.

Composto 2: álcool.

b) A estrutura 1 apresenta isomeria óptica, pois possui carbono quiral ou assimétrico (*).

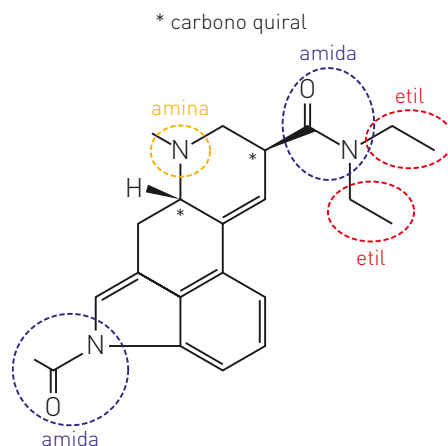


O caráter ácido-básico do grupo necina é básico devido à disponibilidade do par de elétrons no átomo de nitrogênio.



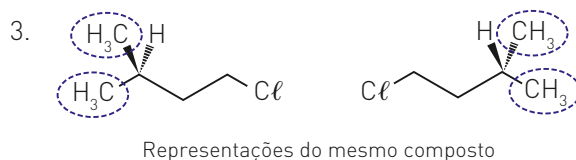
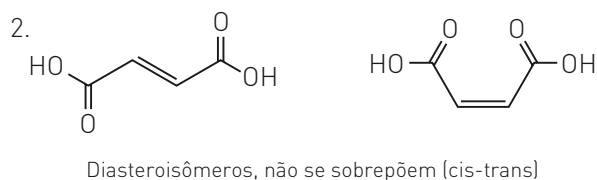
18. Alternativa d.

A atividade da dietilamida do ácido lisérgico está relacionada a sua estrutura, na qual existem dois carbonos esterogênicos (* carbonos quirais ou assimétricos), um grupo funcional amina, dois grupos amida.

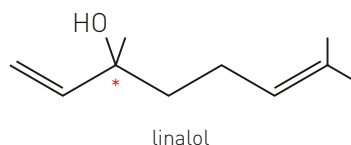


19.a)

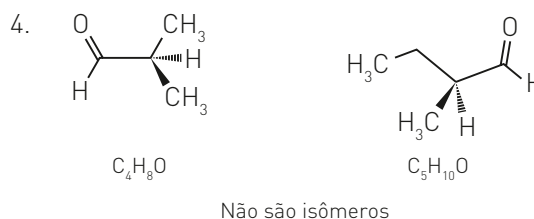
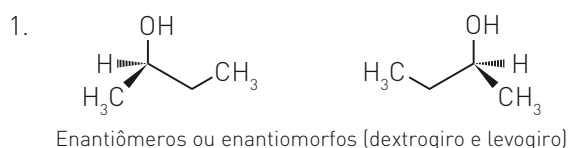
Substância	Fórmula molecular	Radicais funcionais	Isomeria geométrica
1	$C_{10}H_{12}O_2$	fenol/éter	não
2	$C_{10}H_{12}O$	éter	não
3	$C_{10}H_{18}O$	álcool	sim
4	$C_{10}H_{18}O$	álcool	não



b) * carbono quiral ou assimétrico

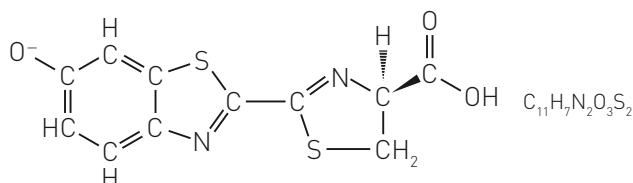


20. Alternativa b.



21. Alternativa b.

A partir das massas atômicas médias ponderadas fornecidas na tabela periódica ao final da prova, teremos:

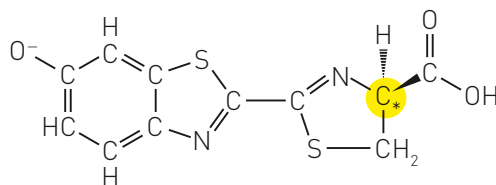


$$C_{11}H_7N_2O_3S_2 = (11 \cdot 12,0 + 7 \cdot 1,01 + 2 \cdot 14,0 + 3 \cdot 16,0 + 2 \cdot 32,1) \text{ u}$$

$$C_{11}H_7N_2O_3S_2 = 279,27 \text{ u}$$

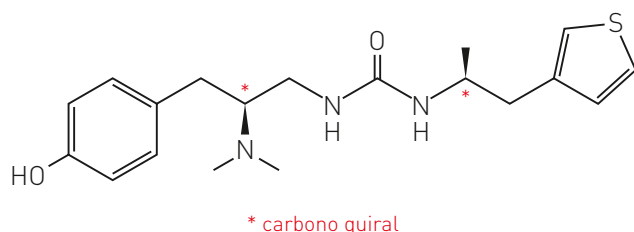
$$M_{C_{11}H_7N_2O_3S_2} = 279,27 \text{ g/mol} \approx 279,3 \text{ g/mol}$$

O tipo de isomeria presente na luciferina é a óptica, pois a molécula apresenta carbono quiral ou assimétrico (*):



22. Alternativa e.

O PMZ21 possui dois carbonos quirais ou assimétricos, então:

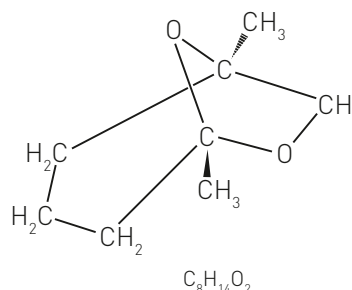
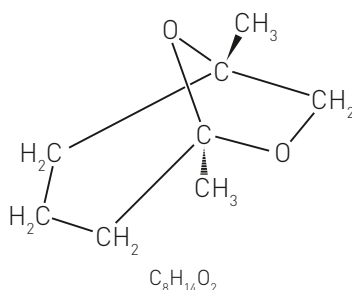


$$\text{Número de estereoisômeros} = 2^{\text{(número de carbonos quirais)}}$$

$$\text{Número de estereoisômeros} = 2^2 = 4$$

23. Alternativa b.

As imagens retratavam o papel desempenhado por uma mistura opticamente inativa (racêmica) de dois estereoisômeros (ópticos) $C_8H_{14}O_2$:



24. Alternativa e.

O experimento não foi um sucesso total, pois os compostos I e II têm propriedades diferentes, sendo isômeros de posição, ou seja, as posições dos radicais metil e butil são diferentes no composto da cabine A e da cabine B.

Conexão

Saúde e nutrição (p. 370)

Açúcares e adoçantes

1. Funções orgânicas presentes na glicose: aldeído e álcool

Funções orgânicas presentes na frutose: cetona e álcool

Funções orgânicas presentes no aspartame: éster, amida, amina e ácido carboxílico

2. Sacarina: $C_7H_5NO_3S$

Ciclamato de sódio: $NaC_6H_{12}SNO_3$

3. Sacarina: molecular

Ciclamato de sódio: iônico

Aspartame: molecular

4. Interações do tipo ligação de hidrogênio

5. A solução que conduzirá corrente elétrica será a de ciclamato de sódio, pois para que uma solução conduza eletricidade é necessário que existam íons livres, e a molécula de glicose não sofre ionização em água; já a de ciclamato de sódio dissocia liberando íons.

6. Como a molécula possui apenas um grupo ácido, a reação ocorre na proporção de 1:1, então serão necessários 10 mol de NaOH.

7. $C_6H_{12}O_6 + 6 O_2 \longrightarrow 6 CO_2 + 6 H_2O$

8. A reação de fotossíntese é o inverso da reação de combustão: $6 CO_2 + 6 H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6 O_2$.

9. Sacarina:

A sacarina é 350 vezes mais doce que a sacarose, assim precisaremos de uma quantidade 350 vezes menor para obter o mesmo dulçor:

$$\frac{15 \text{ g}}{350} = 0,042 \text{ g de sacarina}$$

O ciclamato de sódio é 30 vezes mais doce que a sacarose, assim precisaremos de uma quantidade de 30 vezes menor para obter o mesmo dulçor:

$$\frac{15 \text{ g}}{30} = 0,5 \text{ g de ciclamato de sódio}$$

O aspartame é 150 vezes mais doce que a sacarose, assim precisaremos de uma quantidade 150 vezes menor para obter o mesmo dulçor:

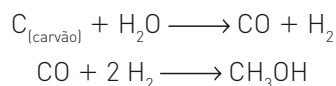
$$\frac{15 \text{ g}}{150} = 0,1 \text{ g de aspartame}$$

10. 1 mol glicose — 180 g — $2,8 \cdot 10^6 \text{ J}$
18 g glicose — x
x = $2,8 \cdot 10^5 \text{ J}$

11. Isomeria de função (aldeído e cetona).

12. Glicose: 4 carbonos assimétricos
Frutose: 3 carbonos assimétricos
Aspartame: 2 carbonos assimétricos

13. O álcool formado é o metanol: $H_3C - OH$



Unidade 6 – Reações orgânicas de hidrocarbonetos

Uma forma interessante de abordar as reações orgânicas é falar sobre a necessidade de produzir algumas substâncias não disponíveis em determinadas épocas ou regiões e assim, muitas vezes, diminuir as importações desses produtos. Use esse tema para falar simplificada e comercialmente de balanço comercial e justificar o interesse em exportar mais e importar menos.

Mostre que com as reações orgânicas é possível, a partir de substâncias mais simples, produzir outras mais complexas.

A unidade foi estruturada considerando a crescente complexidade e dificuldade à apresentação das reações orgânicas.

Objetivos da unidade

- Identificar e classificar as reações orgânicas em reações de substituição, adição e eliminação;
- reconhecer a dirigência nos aromáticos;
- diferenciar reações de substituição de reações de adição;
- associar as reações de combustão às reações de oxirredução e identificar essas reações como um tipo de reação de adição;
- descrever a diferença de reatividade dos cicloalcanos.

Ideias iniciais

Sugerimos que o professor utilize o texto de abertura da unidade para exemplificar a importância das reações orgânicas e da síntese de compostos orgânicos na indústria.

Pode-se comentar com os alunos a importância da síntese orgânica para a produção de medicamentos e como uma forma de copiar moléculas que são encontradas em produtos naturais sem a necessidade da extração, permitindo assim a produção desses compostos em larga escala.

Os fármacos sintéticos são produzidos pelas indústrias farmacêuticas, por meio de reações químicas controladas e específicas, uma vez que qualquer erro na produção pode levar a consequências fatais.

Atualmente existem milhares de medicamentos disponíveis para o consumo, destinados a tratar as mais variadas enfermidades.

Pode-se também perguntar aos alunos que tipos de produtos e medicamentos predominam em suas casas, se são os naturais ou os sintéticos.

Material de apoio

Apresentamos a seguir sugestões para a ampliação dos temas abordados na unidade e, eventualmente, para subsidiar o professor sobre as pesquisas que são solicitadas aos alunos. É altamente recomendável que, caso pretenda compartilhar essas sugestões com os alunos, o professor tenha acesso prévio a elas, para avaliar sua adequação, principalmente quando se tratar de conteúdo de endereços eletrônicos não exclusivamente educativos (como é o caso do YouTube). Endereços eletrônicos acessados em 30 jul. 2018.

- O que é desenvolvimento sustentável? – WWF Brasil: <www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/desenvolvimento_sustentavel/>.
- Sesi – sustentabilidade – YouTube: <www.youtube.com/watch?v=TG76XGoeKl4>.
- A importância da vitamina C na sociedade através dos tempos – Química Nova Interativa, SBQ: <<http://qnint.s bq.org.br/qni/visualizarTema.php?idTema=11>>.
- A química dos alimentos – Conversando sobre ciências em Alagoas, Ufal: <www.usinaciencia.ufal.br/multimedia/livros-digitais-cadernos-tematicos/A_Quimica_dos_Alimentos.pdf>.
- Vitaminas – Aula de microbiologia industrial, Escola de Química, UFRJ: <www.eq.ufrj.br/biose/nukleo/aulas/Microbiol/eqb353_aula_19.pdf>.
- Empirismo Indutivista – Prof. Dr. F. M. Matsu-moto, Depto. Química, UFPR: <www.quimica.ufpr.br/fmatsumo/antigo/2011_CQ155_EmpirismoIndutivista.pdf>.
- Convenção de Estocolmo: <www.mma.gov.br/seguranca-quimica/convencao-de-estocolmo>.
- Biomas brasileiros – Governo do Brasil: <www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2012/10/biomas-brasileiros/view>.
- Cerrado: alternativas de desenvolvimento sustentável e um estudo de caso – K. P. dos Santos, 63ª Reunião Anual da SBPC: <<http://sbpcnet.org.br/livro/63ra/resumos/resumos/6811.htm>>.

- Culinária pantaneira: extrativismo sustentável e geração de renda – Ecoa: <www.riosvivos.org.br/Noticia/Culinaria+pantaneira++extrativismo+sustentavel+e+geracao+de+renda+/17821>.
- O uso sustentável do pampa gaúcho – Fundação Verde Herbert Daniel: <www.fvhd.org.br/forum/topics/o-uso-sustentavel-do-pampa>.

- RBMA participa e apoia as discussões acerca da legalidade do extrativismo da samambaia-preta e da promoção do uso sustentável dos recursos da Mata Atlântica no Rio Grande do Sul. Na oportunidade, é apresentado o Programa Mercado Mata Atlântica: <www.rbma.org.br/mercado mataatlantica/noticia_2006_04_01.asp>.

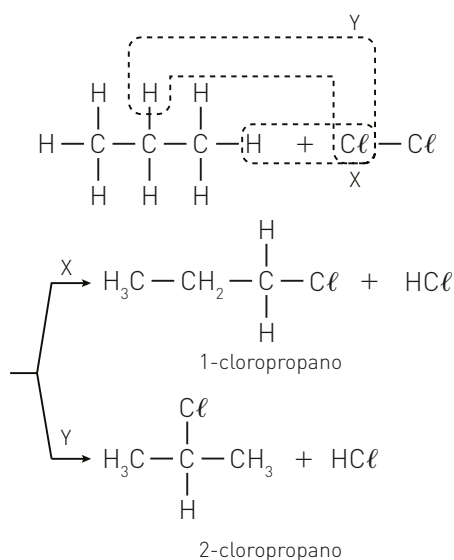
Capítulo 16 Tipos de reações orgânicas

Objetivos do capítulo

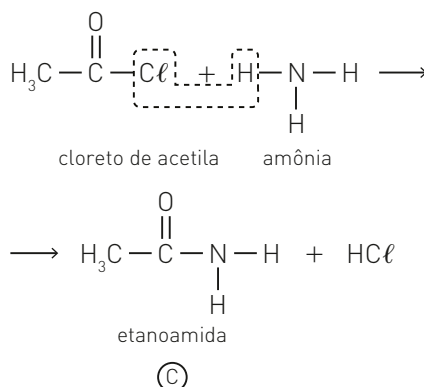
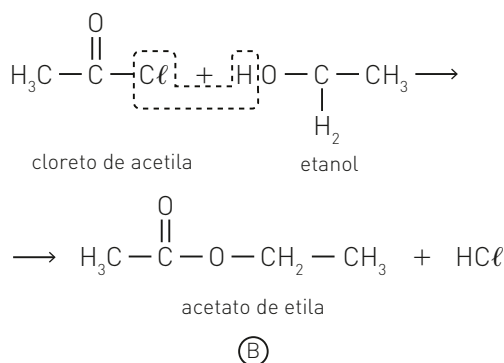
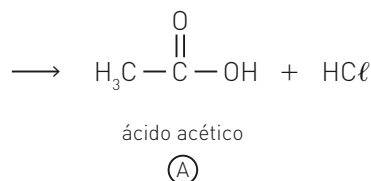
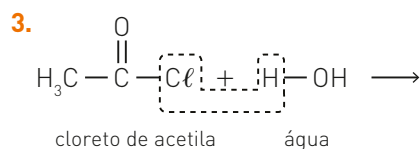
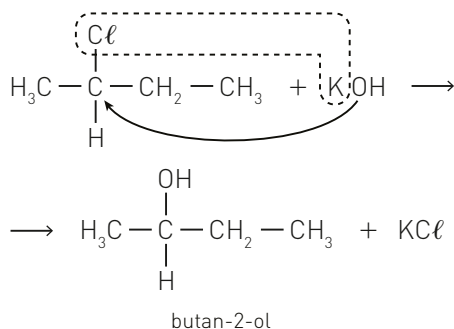
- Representar, analisar e diferenciar reações de substituição, adição, eliminação, descarboxilação, descarbonilação, hidrólise, oxidação e redução.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 378)

1. Na reação de substituição, é retirado do composto orgânico um átomo de hidrogênio, substituído por um átomo de cloro.

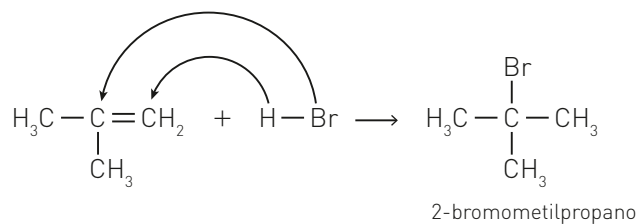


2. Nesta substituição, o átomo de cloro foi substituído pelo grupo hidroxila.

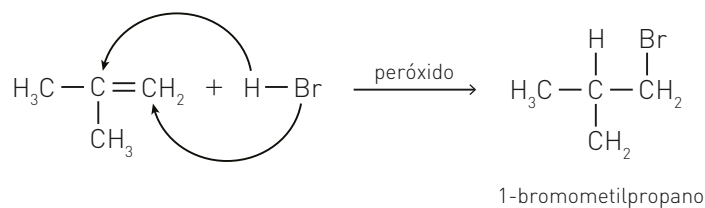


4. Na reação de adição, é quebrada a ligação π , com o átomo de hidrogênio ligando-se ao carbono com mais hidrogênios e o átomo de bromo ao outro carbono, exceto quando a reação ocorre na presença de peróxido, caso em que a adição acontece de maneira contrária.

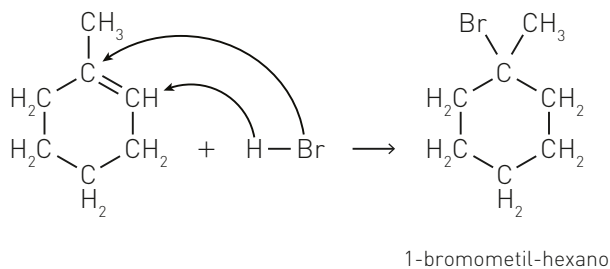
a)



b)

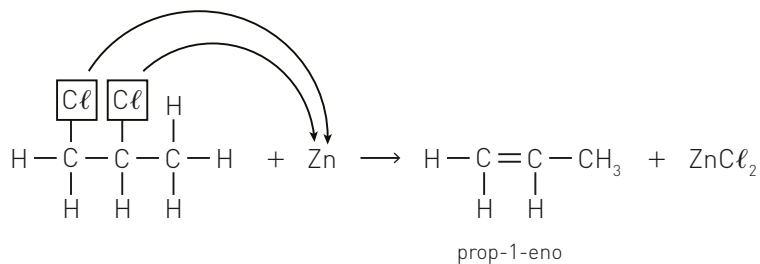


c)

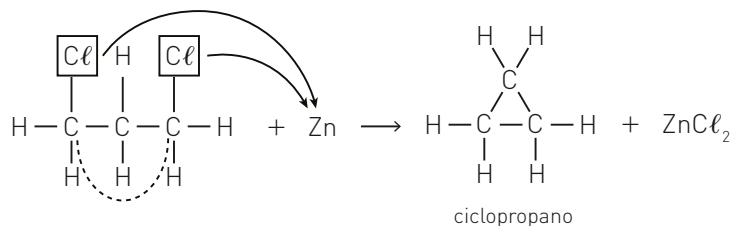


5. Nestas reações de eliminação, os átomos de cloro são retirados da molécula, criando-se uma nova ligação covalente entre os átomos de carbono, que passam a ter valência livre.

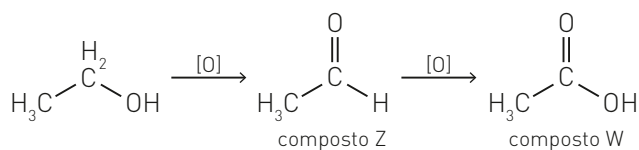
a)



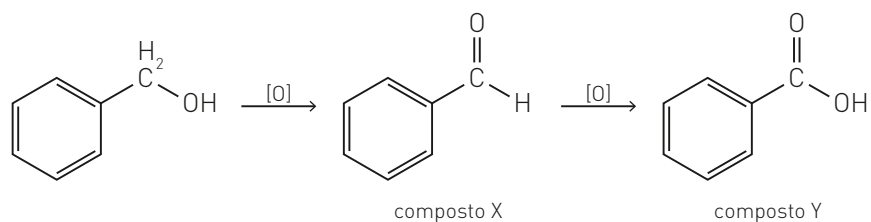
b)



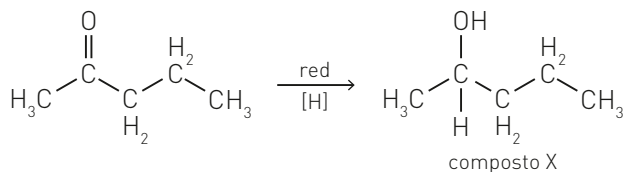
6.a)



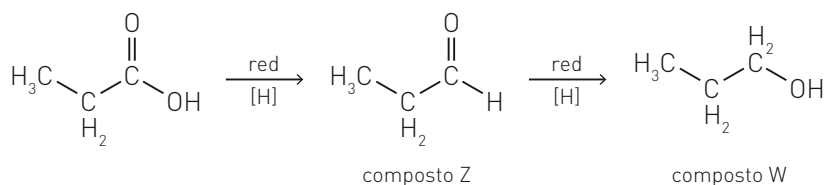
b)



7.a)



b)



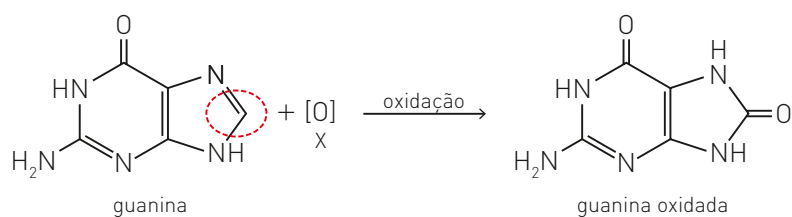
Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 380)

1. Alternativa c.

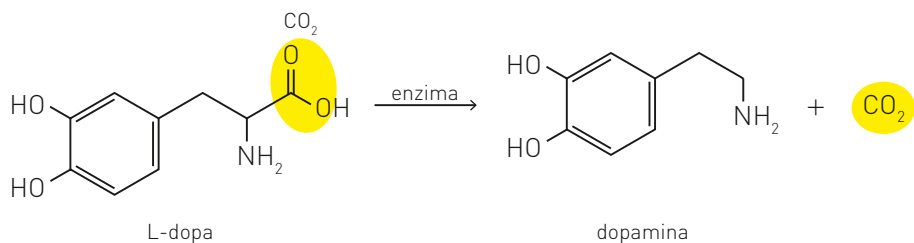
Ocorre a eliminação de halogênio, pois trata-se de um di-haleto vicinal reagindo com zinco, usando um álcool como catalisador, formando, assim, um alceno.

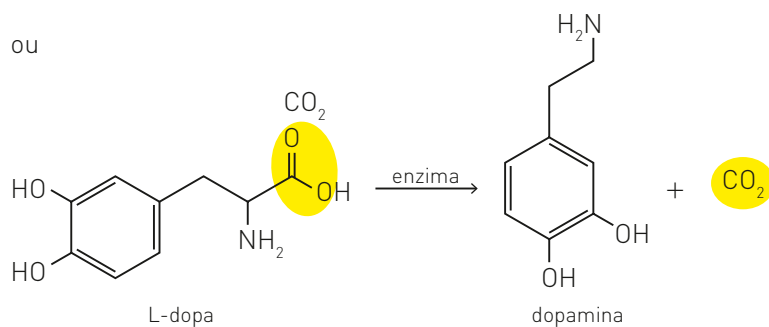
2. Alternativa d.

Teremos:



3. Alternativa e.

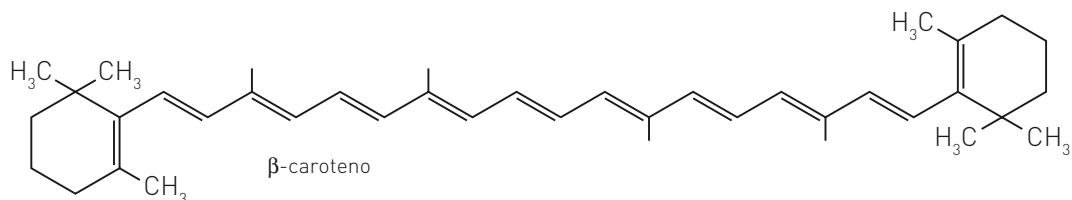




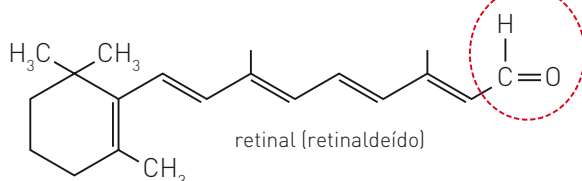
4. Alternativa a.

[I] Correta.

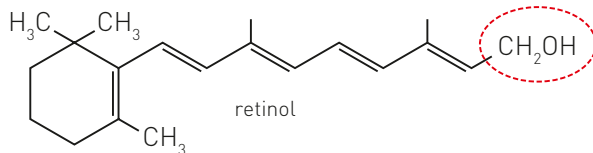
hidrocarboneto



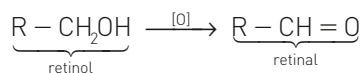
aldeído



álcool



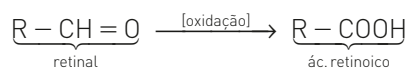
[II] Correta.



[III] Incorreta. O retinol e o retinal possuem fórmulas moleculares diferentes, não sendo, portanto, isômeros.

(retinol: $\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{O}$ e retinal: $\text{C}_{20}\text{H}_{28}\text{O}$)

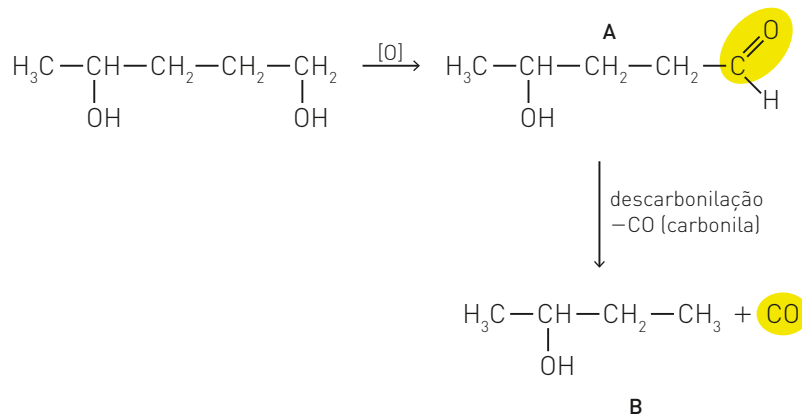
[IV] Incorreta.



Desafiando seus conhecimentos (p. 381)

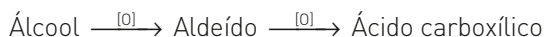
1. Alternativa d.

Teremos:



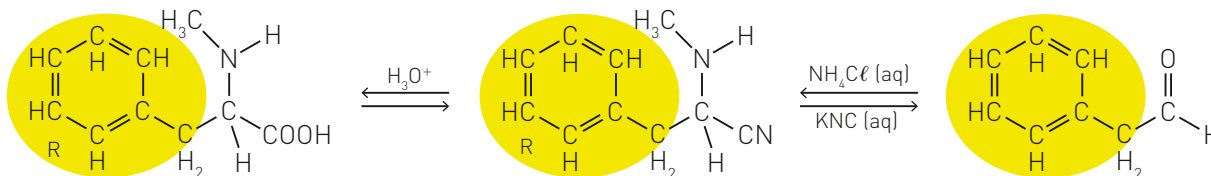
2. Alternativa c.

Observando o esquema de reações, é correto afirmar que a transformação de 1 em 2 e a de 2 em 3 envolvem reações de oxidação.



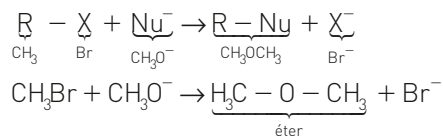
3. Alternativa a.

A partir da análise da estrutura da N-metil-fenilalanina, vem:



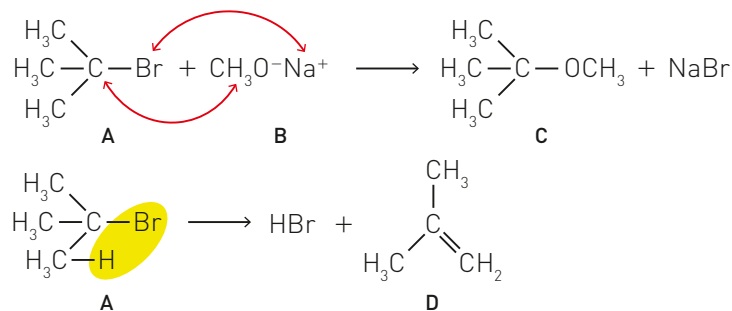
4. Alternativa a.

Substituindo $\text{Nu}^-(\text{CH}_3\text{O}^-)$ e o brometo de metila (CH_3Br) na equação fornecida no enunciado, vem:



5. Alternativa b.

Em relação aos produtos, é correto afirmar que o metil-terc-butil-éter é formado por uma reação de substituição e D, por uma reação de eliminação.



6. Alternativa b.

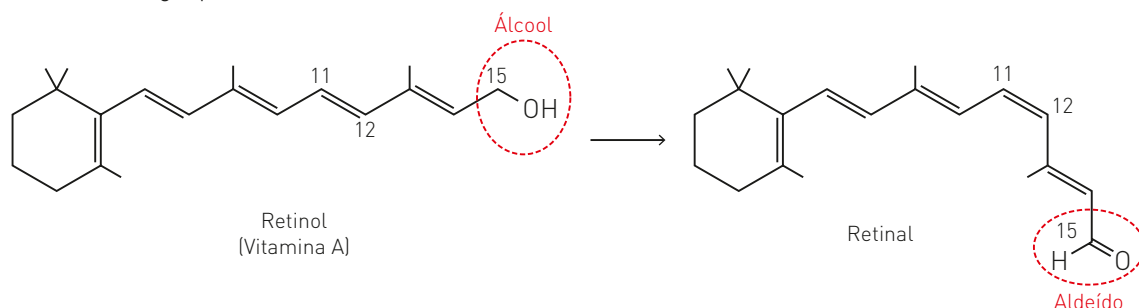
Reação 1: A primeira reação é de hidrogenação, onde ocorre a quebra da insaturação, e a adição de 2 átomos de hidrogênio ao hidrocarboneto.

Reação 2: A segunda reação é de alquilação; nesta reação, ocorre a substituição de um átomo de hidrogênio ligado ao anel benzênico por um grupo alquila.

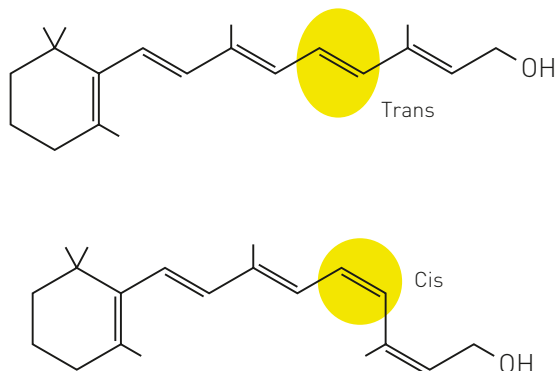
Reação 3: A terceira reação é de oxidação. A oxidação de carbonos do anel benzênico só é possível em condições muito energéticas, porém, nos radicais ligados ao anel as reações são mais fáceis, resultando em um ácido benzoico.

7. Alternativa c.

[I] Verdadeira. O grupo funcional álcool no retinol é convertido a aldeído no retinal.

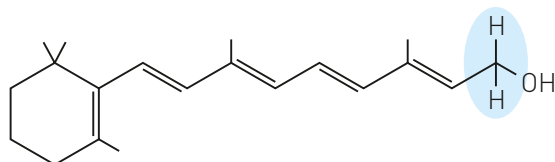


[II] Verdadeira. A ligação dupla entre os carbonos 11 e 12 sofre uma reação de isomerização (*cis-trans*).



[III] Verdadeira. A molécula do retinal apresenta um grau de oxidação superior ao do retinol, percebe-se a partir da análise do número de oxidação do carbono do grupo carbinol (-1) e do carbono do grupo carbonila do aldeído (+1).

[IV] Falsa. A molécula do retinol não apresenta um centro quiral no carbono 15, pois este carbono apresenta dois ligantes iguais entre si, ou seja, dois átomos de hidrogênio.



8. Alternativa a.

[I] Correta. A etapa 2 é uma descarboxilação e a etapa 3 é uma amidificação.

[II] Correta. De acordo com o texto, a luz é capaz de degradar a enzima responsável pela transformação da etapa 3, prejudicando sua velocidade.

[III] Incorreta. Um aumento de concentração do precursor (triptofano) deve impactar na aceleração de toda cadeia de reações, fazendo a pessoa adormecer mais rapidamente.

Complemento (p. 385)

1. A condição II é a preferível, pois não se utiliza de solvente para auxiliar o processo e ocorre à temperatura ambiente, minimizando, portanto, os gastos energéticos com aquecimento e posterior resfriamento do sistema reacional.
2. A rota biossintética é a preferível, pois a rota tradicional faz uso do benzeno, solvente orgânico extremamente tóxico, além de empregar pressões muito mais altas (o que prejudica a eficiência energética do processo). Além disso, a rota biossintética permite o aproveitamento pleno de um catalisador proveniente de sistema biológico.
3. Alternativa a.
Em contraste com a rota tradicional, que envolve três etapas, a rota verde envolve uma etapa só e está, portanto, mais consonante com os princípios que pregam a eficiência dos processos químicos.
4. Reação de Diels-Alder:

$$EA = \frac{M[C_6H_{10}]}{M[C_4H_6] + M[C_2H_4]} = \frac{6 \cdot 12 \text{ u} + 10 \cdot 1 \text{ u}}{4 \cdot 12 \text{ u} + 6 \cdot 1 \text{ u} + 2 \cdot 12 \text{ u} + 4 \cdot 1 \text{ u}}$$
$$EA = \frac{82 \text{ u}}{82 \text{ u}} = 100\%$$

Reação de Wittig:

$$EA = \frac{M[C_4H_8]}{M[C_3H_6O] + M[C_{19}H_{17}P]} = \frac{4 \cdot 12 \text{ u} + 8 \cdot 1 \text{ u}}{3 \cdot 12 \text{ u} + 6 \cdot 1 \text{ u} + 1 \cdot 16 \text{ u} + 19 \cdot 12 \text{ u} + 17 \cdot 1 \text{ u} + 1 \cdot 31 \text{ u}}$$
$$EA = \frac{56 \text{ u}}{334 \text{ u}} = 16,7\%$$

Portanto, a reação de Diels-Alder, que apresenta maior economia atômica, está mais alinhada com o princípio em questão da química verde.

Capítulo 17 Reações de substituição

Objetivos do capítulo

- Representar as reações de substituição;
- diferenciar halogenação, nitração e sulfonação;
- associar as reações de alquilação com os haletos orgânicos e as reações de oscilações com os haletos ácidos;
- reconhecer os compostos ortoparadirigentes e os metadirigentes.

Sugestões de abordagem

Inicialmente, o professor pode apresentar uma reação genérica de substituição. A seguir, equacionar as reações envolvendo alcanos. Enfatizar a possibilidade

da formação, em geral, de mais de um produto orgânico e, depois, indicar o produto principal da reação.

Em seguida, apresentar as reações envolvendo aromáticos e ciclanos. Fazer os exercícios desse tipo de reação.

As reações de dirigência podem ser abordadas de diferentes maneiras. Uma delas é como foi apresentada no texto; outra é como identificar se o grupo é ortoparadirigente ou metadirigente relacionando a eletro-negatividade dos átomos desses grupos e a alternância das cargas, como mostrado no *Complemento* (p. 416).

A partir daí, resolver alguns exercícios para fixação do conceito.

Uma aplicação do triclorometano (HCCl_3)

A escolha desse texto se justifica pela possibilidade de o professor explorar com os alunos, além de todos os aspectos contidos nele, a reação de substituição do metano para formar o clorofórmio.

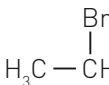
Escreva na lousa, primeiramente, a reação de monocloração do metano e, a partir do produto formado, peça aos alunos que continuem no caderno a síntese do triclorometano.

Em seguida, retome as discussões de solubilidade dos compostos orgânicos e conclua perguntando aos estudantes quais os efeitos da ingestão de café.

1. Geometria tetraédrica.
2. Como a cafeína se solubiliza na água, que é polar, ela também é polar.
3. Heterogêneo, pois apresenta duas fases.
4. Nesses chás não há cafeína; se houvesse, não seriam recomendados para serem ingeridos à noite, pois a cafeína é um estimulante do sistema nervoso.

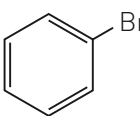
Fundamentando seus conhecimentos (p. 395)

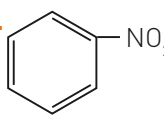
1. $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{Cl}$; cloroetano

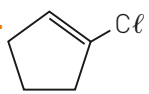
2.  $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}(\text{Br}) - \text{CH}_3$; 2-bromopropano

3. $\text{H}_3\text{C} - \text{NO}_2$; nitrometano

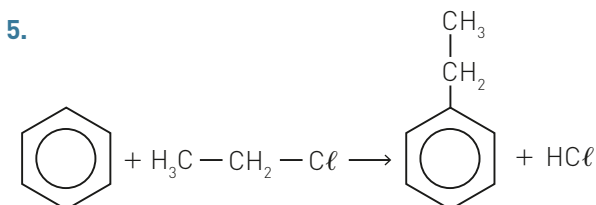
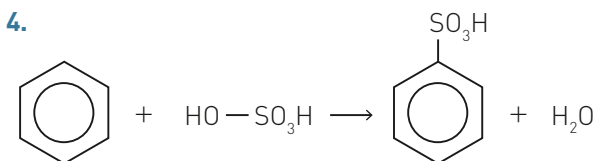
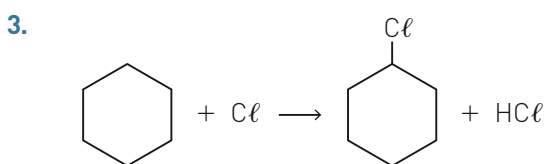
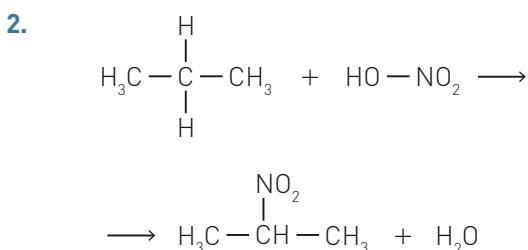
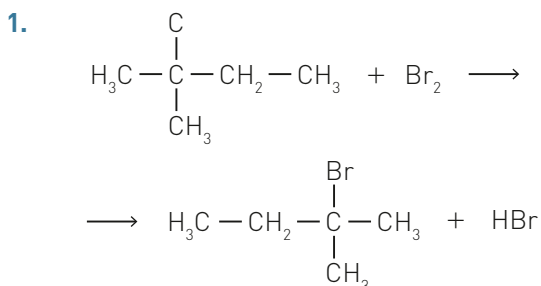
4. $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{SO}_2\text{H}$; ácido etanossulfônico

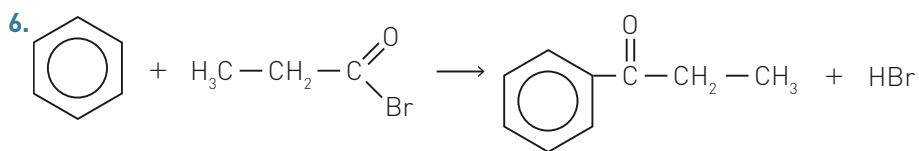
5.  bromobenzeno

6.  nitrobenzeno

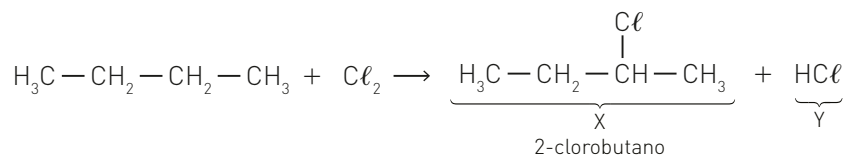
7.  clorociclopentano

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 396)





7. Alternativa c.



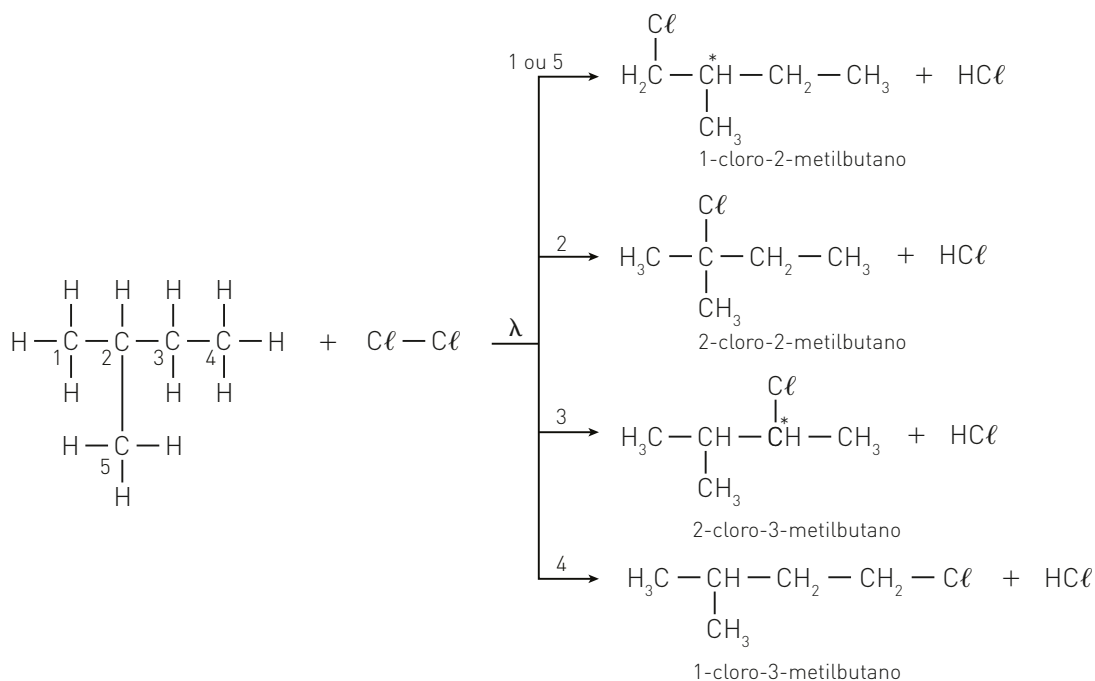
8. Alternativa c.

A facilidade para substituição de hidrogênios segue a seguinte ordem:

terciário > secundário > primário.

Logo, cabono 3.

9. Alternativa b.

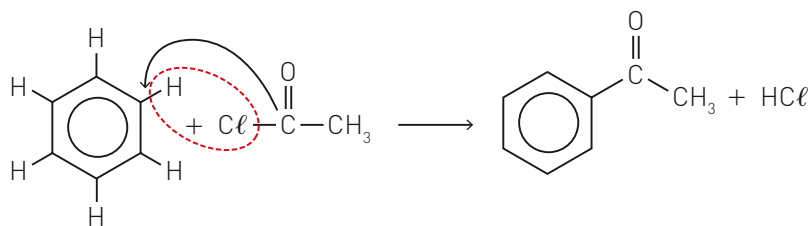


10. Alternativa a.

O 1-cloro-2,2-dimetilbutano agregará um grupo alquila com seis átomos de carbono.

11. Alternativa c.

Reação de acilação

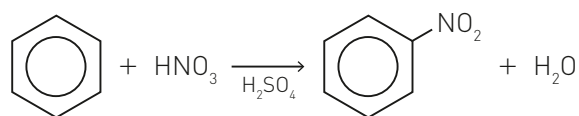


12. a) Reação de substituição.

b) HBr (ácido bromídrico).

13. Alternativa d.

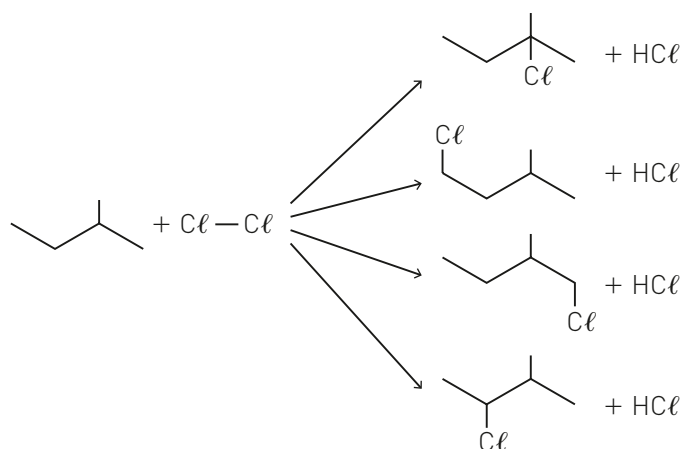
A partir dos dados apresentados, a reação que irá ocorrer é:



Logo, trata-se de uma reação de substituição eletrofílica aromática.

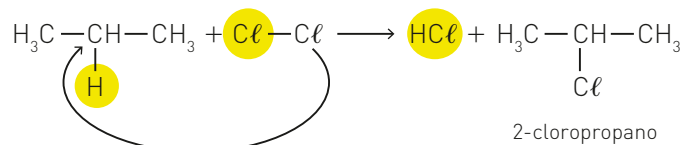
14. Alternativa a.

Nesse tipo de reação, ocorre a substituição de um átomo de hidrogênio do alcano por um átomo de cloro. Essa substituição pode ocorrer em diferentes posições, levando a obtenção de diferentes produtos.



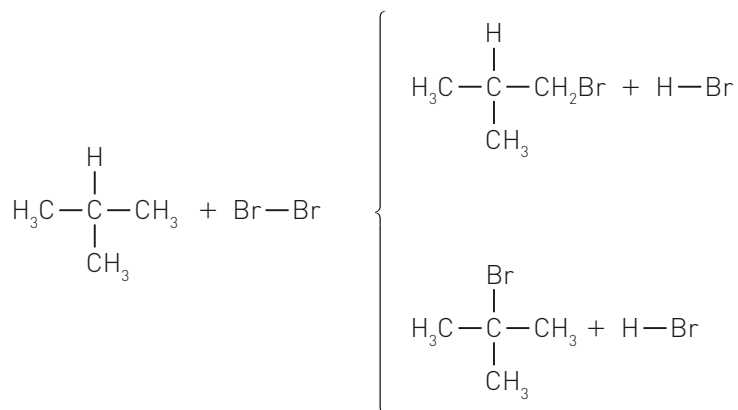
15. Alternativa b.

O hidrogênio do carbono secundário é substituído com maior facilidade:



16. Alternativa c.

Existem dois produtos possíveis:

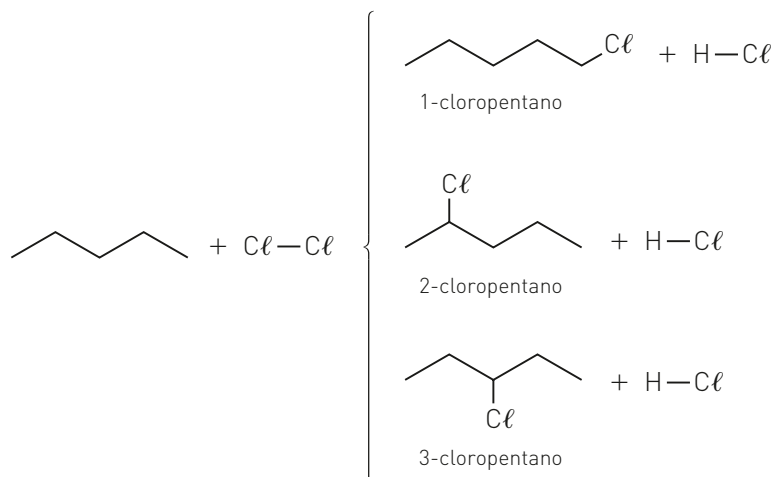


17. Alternativa d.

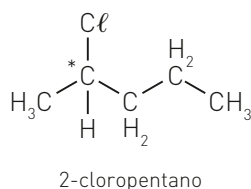
O produto principal de substituição será aquele em que o bromo substitui o hidrogênio ligado ao carbono insaturado (com dupla-ligação).

18.

a)

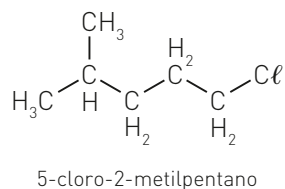
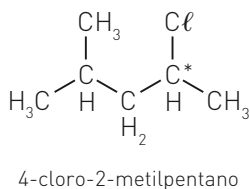
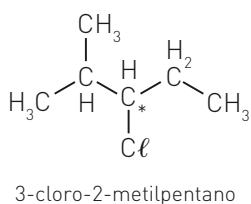
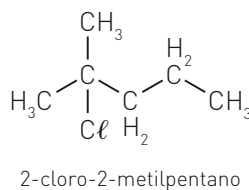
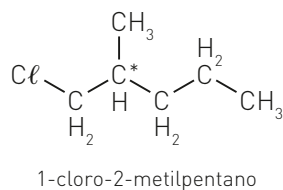


b)



19. Alternativa e.

De todos os possíveis produtos, apresentam carbono quiral apenas o 1-cloro-2-metilpentano, o 3-cloro-2-metilpentano e o 4-cloro-2-metilpentano, ou seja, três compostos.



20. Alternativa e.

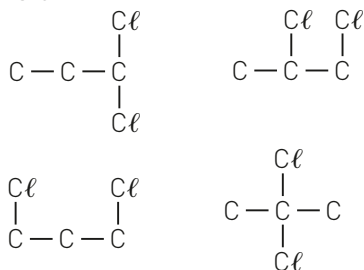
Os reagentes capazes de levar à formação de organoclorados no processo citado são NaClO , (ClO^-) e Cl_2 , neste caso, chega-se à conclusão devido à presença de cloro em suas fórmulas e na estrutura do organoclorado fornecido no enunciado.

21. Alternativa a.

- (1) Ocorre alquilação – introdução de um grupo alquil, nesse caso o grupo $\text{C}_{12}\text{H}_{25}$.
- (2) Ocorre sulfonação – reação de substituição com ácido sulfúrico, introduzindo um grupo SO_3H (ácido sulfônico) na molécula.
- (3) O grupo sulfônico apresenta caráter ácido e, portanto, poderá ser neutralizado por uma base. Nesse caso há a formação de um sal orgânico.

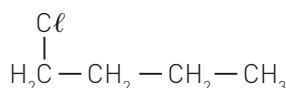
Desafiando seus conhecimentos (p. 399)

1. Alternativa b.

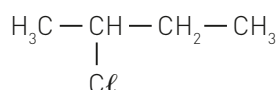


2. I:

1-clorobutano;



2-clorobutano;



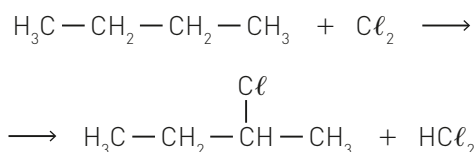
II: 2-clorobutano.

III: isomeria de posição

IV: A: $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$;

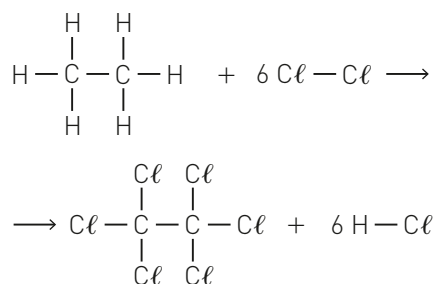
B: Cl_2

V: 2-clorobutano;



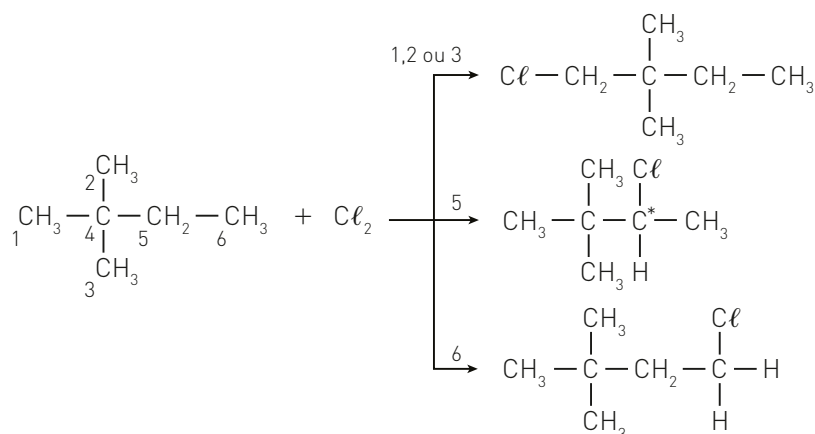
3. Alternativa e.

Em cada reação de substituição, é substituído um átomo de hidrogênio por um átomo de cloro de uma molécula de cloro gasoso. Assim, na substituição dos seis átomos de hidrogênio do etano, são necessárias seis moléculas de Cl_2 .



4. Alternativa b.

Dois compostos.



5. Alternativa b.

As reações apresentadas correspondem ao mecanismo de substituição e não de adição.

6. Alternativa c.

a) Falsa. A reação citada é uma substituição.

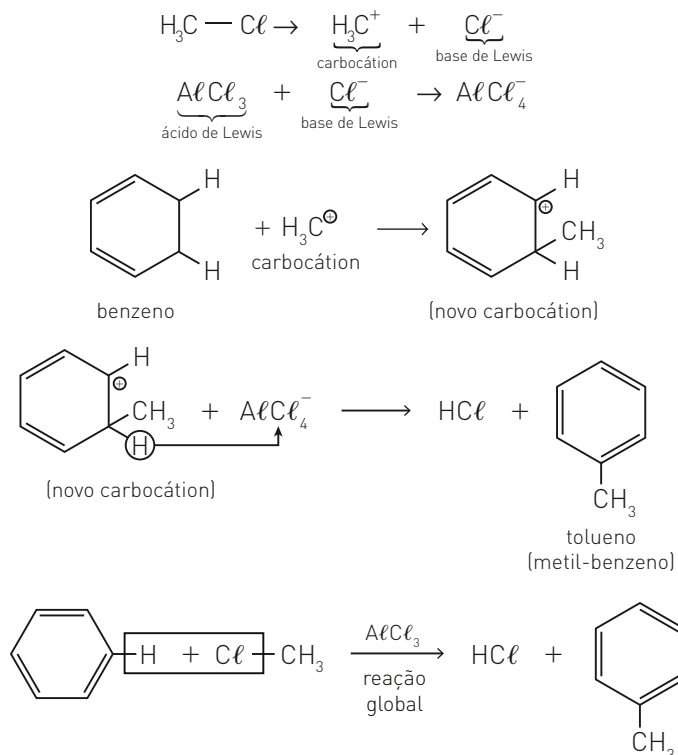
b) Falsa. O átomo de hidrogênio presente na molécula de HCl é originado do anel em uma reação de substituição pelo átomo de cloro.

c) Verdadeira. Observamos que FeCl_3 atua como catalisador, pois não aparece como reagente ou produto de reação. Dessa forma, podemos concluir que o átomo de cloro presente no anel aromático é proveniente da molécula de Cl_2 na reação.

- d) Falsa. O anel aromático é uma espécie rica em elétrons, em função das nuvens π de elétrons. Dessa forma, a espécie que ataca o anel deverá ser eletrófilo. O íon Cl^- é um nucleófilo.
- e) Falsa. A fórmula molecular é $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$.

7. V – V – F – V – V

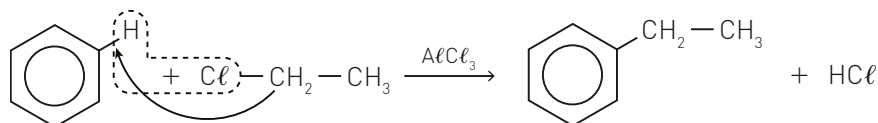
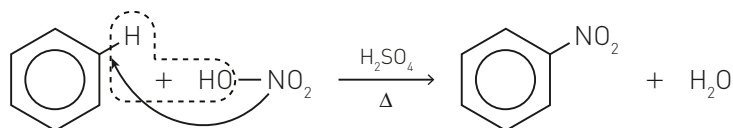
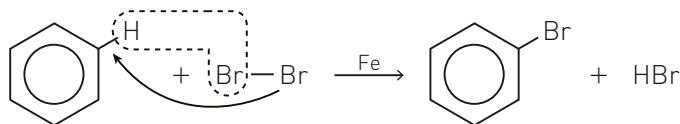
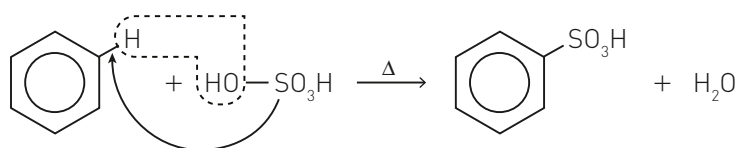
Teremos uma reação de substituição que exemplifica uma alquilação de Friedel-Crafts:



Bases de Lewis, como o AlCl_4^- , são espécies receptoras de elétrons:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol } (\text{C}_6\text{H}_6 - \text{benzeno}) \longrightarrow 1 \text{ mol } (\text{C}_7\text{H}_8 - \text{tolueno}) \\ 78 \text{ g } (\text{C}_6\text{H}_6 - \text{benzeno}) \longrightarrow \frac{92 \text{ g} \cdot 0,50}{46 \text{ g}} (\text{C}_7\text{H}_8 - \text{tolueno}) \end{array}$$

8.a)

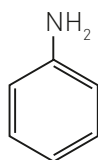


b) Nitrobenzeno: $C_6H_5NO_2 \Rightarrow M = 123 \text{ g/mol}$

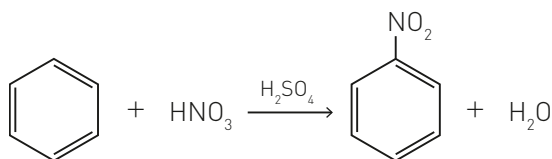
$$\%C = \frac{6 \cdot 12}{123} \cdot 100\% = 58,5\%$$

- c) I. Reação de sulfonação.
 II. Reação de halogenação (bromação).
 III. Reação de nitração.
 IV. Reação de alquilação (Friedel-Crafts).

9.a) Aminobenzeno ou fenilamina:



b) Reação de nitração do benzeno:

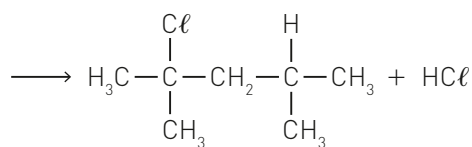
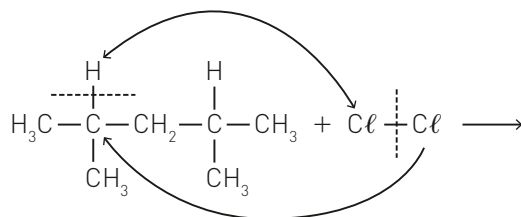


10. Alternativa d.

Experimentalmente verifica-se que tanto o primeiro como o segundo carbono da cadeia pode ser atacado, mas o produto mais abundante desta reação é aquele no qual a substituição ocorre no carbono “menos hydrogenado” da cadeia carbônica do reagente.

Este comportamento é conhecido como regra de Saytzeff: o hidrogênio que sai é o do carbono menos hydrogenado da sequência.

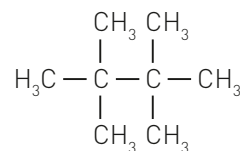
Monocloração do 2,4-dimetilpentano:



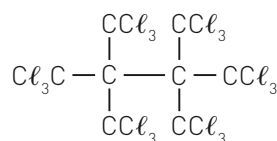
2-cloro-2,4-dimetilpentano

11.

a) Teremos o seguinte composto que apresenta hidrogênios ligados a carbono primário:



b) Produto da halogenação total:



Fórmula molecular: C_8Cl_{18}

Massa molar:

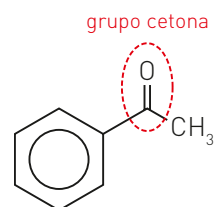
$$C_8Cl_{18} = 8 \cdot 12 + 18 \cdot 35,5 = 735 \text{ u}$$

Massa molar = 735 g/mol

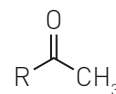
12. Alternativas corretas: 01, 02, 04, 08 e 16.

[01] Correta. As reações apresentadas no enunciado são reações de substituição do anel aromático.

[02] Correta.



[04] Correta. Nesse tipo de reação, ocorre a substituição de um hidrogênio ligado ao anel aromático por um grupo acila.



[08] Correta. Haverá a substituição do bromo ao invés do cloro no anel benzênico.

[16] Correta. O anel aromático é formado em ambos os produtos.

13. Alternativas corretas: 04, 08 e 16.

[01] Incorreta. São possíveis quatro produtos de monocloração.

[02] Incorreta. A preferência para a reação de substituição é do carbono terciário.

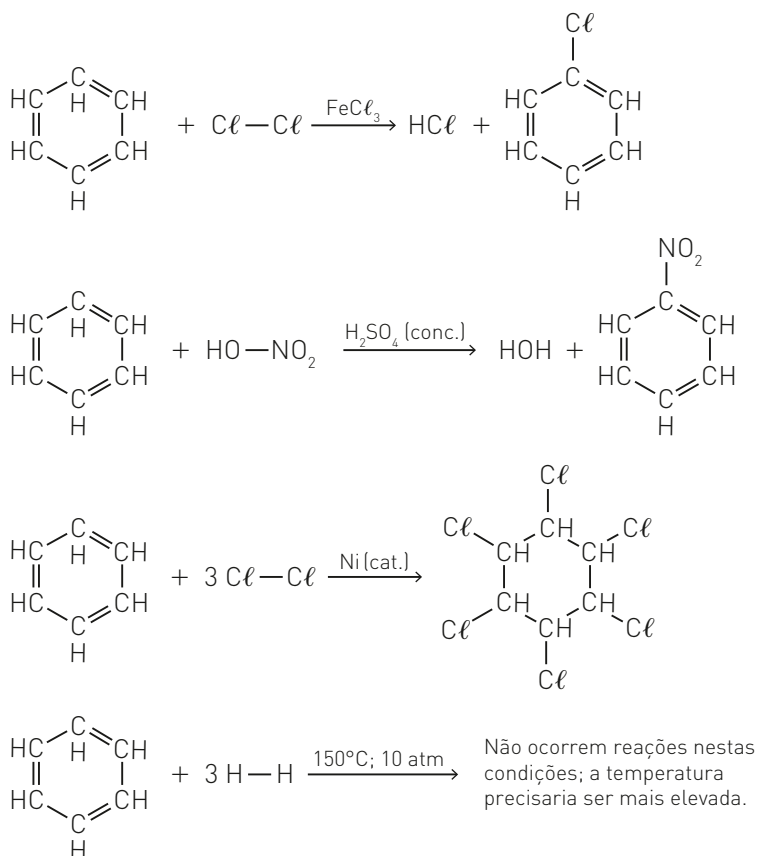
[04] Correta.

[08] Correta.

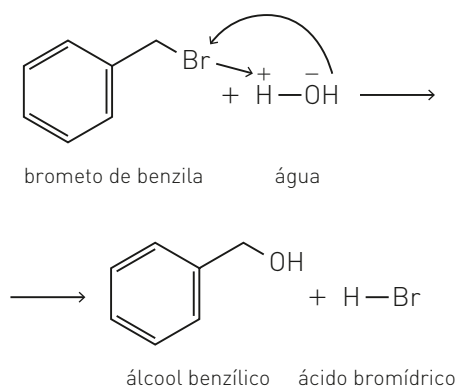
[16] Correta.

14. Alternativa d.

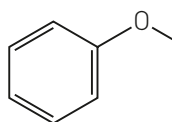
Teremos as seguintes reações a partir do esquema fornecido no enunciado:



15. Ocorre uma reação de substituição nucleofílica no carbono saturado:

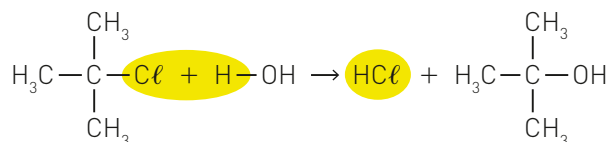


Éter isômero é o metoxibenzeno, cuja fórmula estrutural será:



Por apresentarem fórmulas moleculares iguais ($\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$) e funções químicas diferentes, são chamados de isômeros, nesse caso de função.

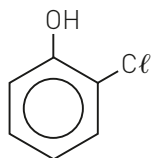
16. a) Equação química que representa a reação de hidrólise do cloreto de *terc*-butila



- b) Na reação ocorre a formação de HCl que na presença de água, ao sofrer ionização produz cátions H^+ aumentando a acidez do meio, consequentemente o pH diminui provocando a mudança de cor no indicador (esverdeado $\Rightarrow$ amarelo $\Rightarrow$ laranja).
- c) Primeiramente, adicionou-se 1 mL do cloreto de *terc*-butila a uma solução contendo 60% de acetona e 40% de água. Depois, o cloreto de *terc*-butila foi solubilizado em uma mistura contendo 70% de acetona e 30% de água, em volume. Neste segundo caso, o volume de água diminuiu, consequentemente a velocidade de reação de hidrólise também, pois a interação entre os reagentes diminuiu, consequentemente o tempo de reação aumentou.

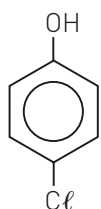
Fundamentando seus conhecimentos (p. 406)

1.A:



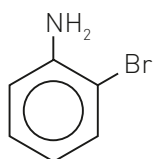
o-clorofenol

B:



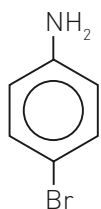
p-clorofenol

2.C:



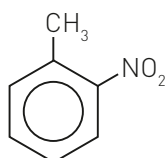
o-bromoanilina

D:



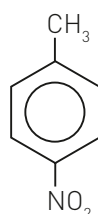
p-bromoanilina

3.E:



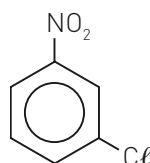
o-nitrotolueno

F:



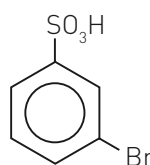
p-nitrotolueno

4.G:



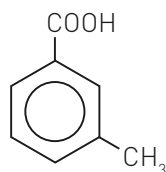
m-cloronitrobenzeno

5.H:



m-bromobenzenossulfônico

6.I:



ácido m-metilbenzoico

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 407)

1. Alternativa a.

(I) Possui o grupo —CH_3 , ortoparadirigente. As substituições ocorrerão preferencialmente nas posições orto (2 e 6) e para (4).

(II) Possui o grupo —OH , ortoparadirigente. As substituições ocorrerão preferencialmente nas posições orto (2 e 6) e para (4).

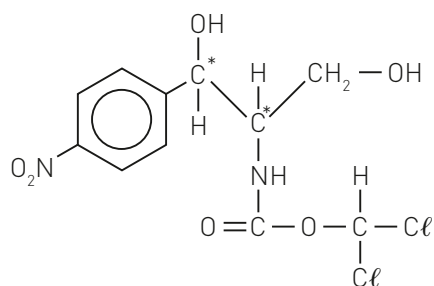
(III) Possui o grupo —COOH , metadirigente. As substituições ocorrerão preferencialmente nas posições meta (3 e 5).

2. Alternativa b.

1. Falsa: ligado ao anel aromático existe um grupo nitro (—NO_2).

2. Falsa: os grupos —OH ligam-se a um carbono primário e a um carbono secundário.

3. Verdadeira:

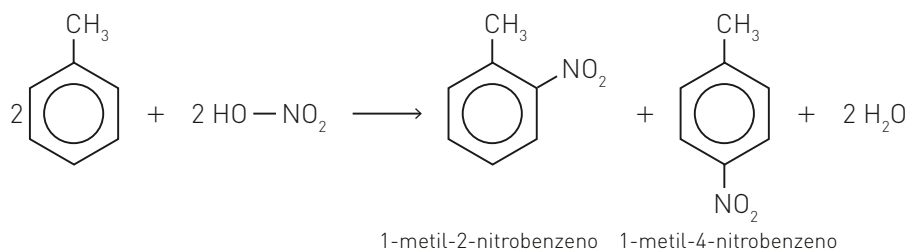


4. Falsa: existe o grupo funcional éster, além do álcool, nitrocomposto e haleto orgânico.

5. Verdadeira.

3. Alternativa e.

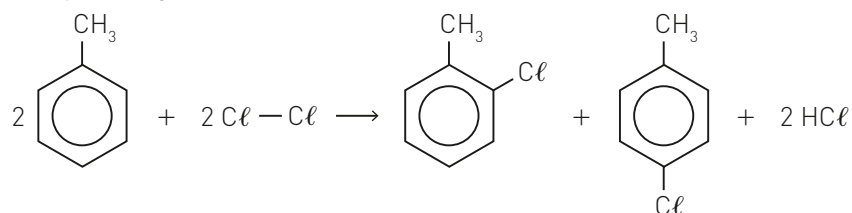
O grupo —CH_3 é ortoparadirigente:



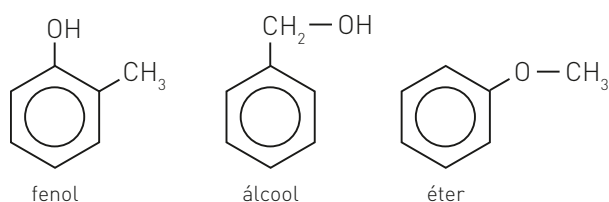
4. Alternativa c.

Nessas condições, ocorrerá a substituição do anel aromático.

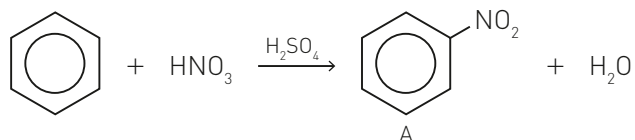
O grupo —CH_3 é ortoparadirigente:



5. a)

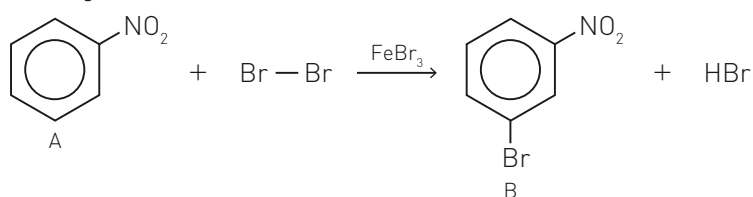


b)



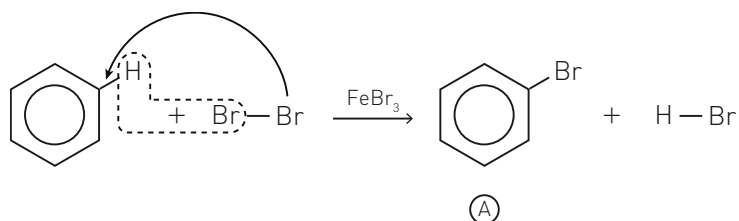
A (nitrobenzeno)

O grupo —NO_2 é metadirigente:



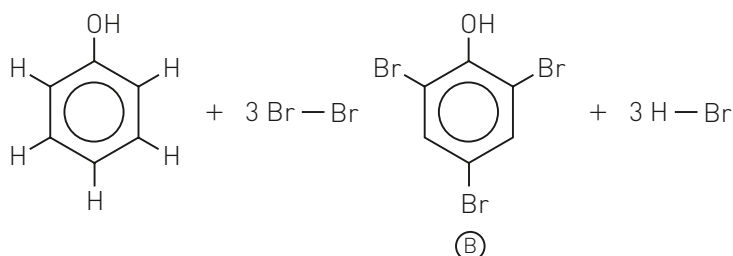
B (meta-bromonitrobenzeno)

6. Alternativa e.



A: bromobenzeno

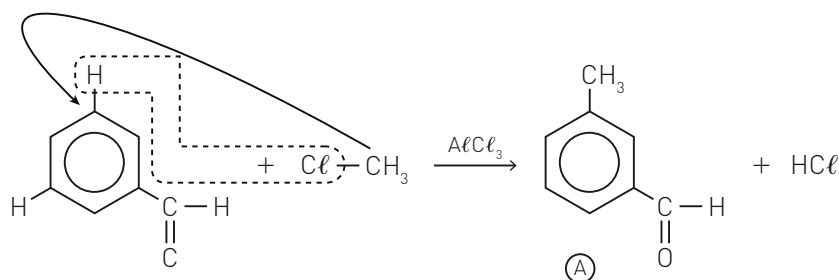
O grupo — OH é ortoparadirigente:



B: 2,4,6-tribromofenol

7. Alternativa c.

O grupo $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{H} \end{array}$ é metadirigente:



1. Correta.

2. Incorreta: é o aldeído 3-metilbenzoico.

3. Correta: o catalisador é o AlCl_3 .

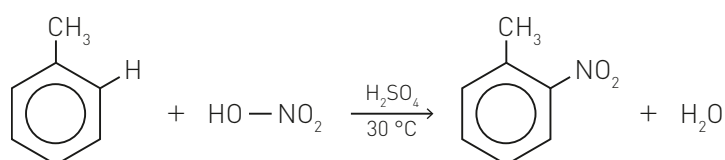
4. Incorreta: trata-se de uma reação de substituição de Friedel-Crafts.

5. Incorreta: a configuração é meta (aldeído meta-metilbenzoico).

8. a) A presença do grupo — CH_3 no anel benzênico deve-se à substituição do H por este radical através da reação de alquilação. O composto A deve ser, então, um haleto de metila, como o cloreto de metila:

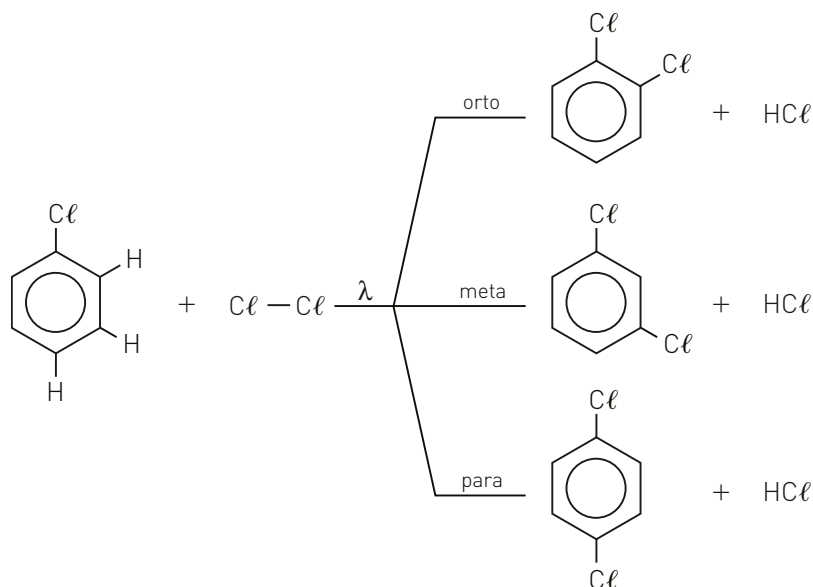


A presença do grupo nitro no tolueno deve-se à substituição do H por este radical através da reação de nitração. O composto B deve ser, portanto, o ácido nítrico:

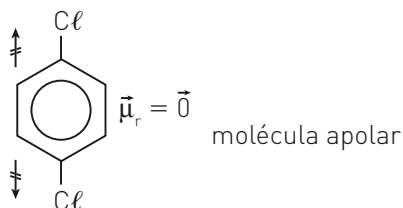


b) A diferença dos três compostos limita-se à posição do grupo nitro no anel benzênico. Temos, então, a isomeria de posição.

9.a)



b) O composto para-diclorobenzeno é apolar, pois, devido à geometria simétrica da molécula, os vetores momento dipolar se anulam, resultando em uma distribuição uniforme de cargas:

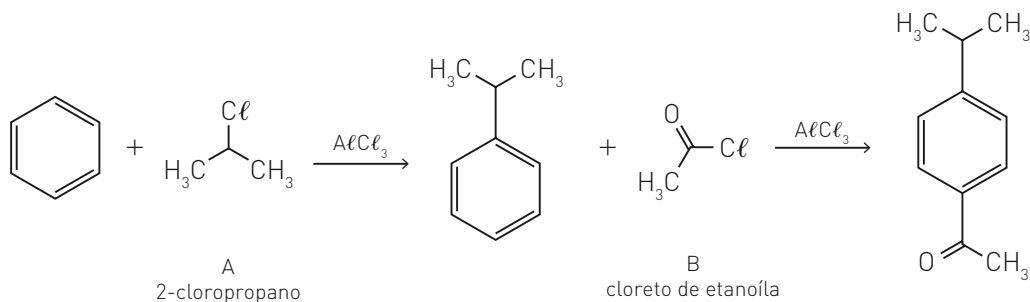


Com os compostos orto-diclorobenzeno e para-diclorobenzeno, isso não ocorre e as moléculas são polares.

c) O primeiro substituinte, um átomo de cloro, é ortoparadirigente, favorecendo que a segunda reação de substituição ocorra nestas posições. O composto meta-diclorobenzeno será formado em menor quantidade.

Como existem dois carbonos na posição orto (2 e 6) e apenas um carbono na posição para (4), o orto-diclorobenzeno será formado em mais quantidade, pois a probabilidade de a reação ocorrer na posição orto é maior.

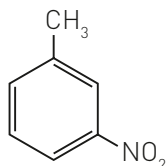
10. Alternativa d.



Desafiando seus conhecimentos (p. 410)

1. a) Clorometano (CH_3Cl).

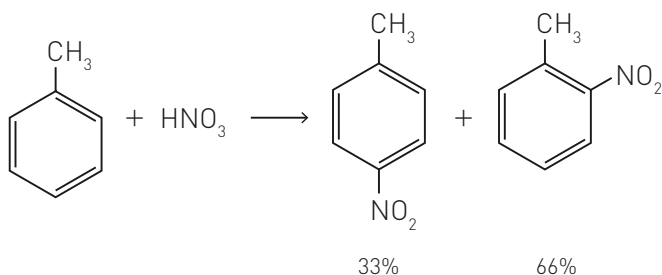
b)



c) Isomeria de posição.

d) Catalisador.

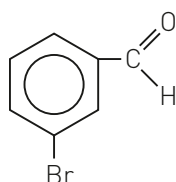
2. a) Uma vez que o grupo metil é ortoparadirigente, os produtos majoritários serão:



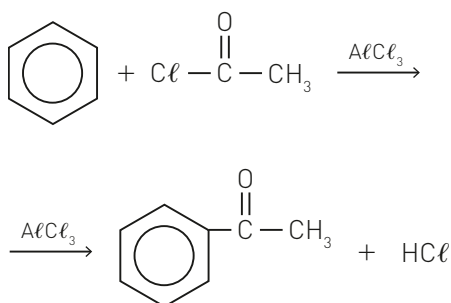
b) 1-metil-4-nitrobenzeno e 1-metil-2-nitrobenzeno.

3. a) 106,4 g

b)

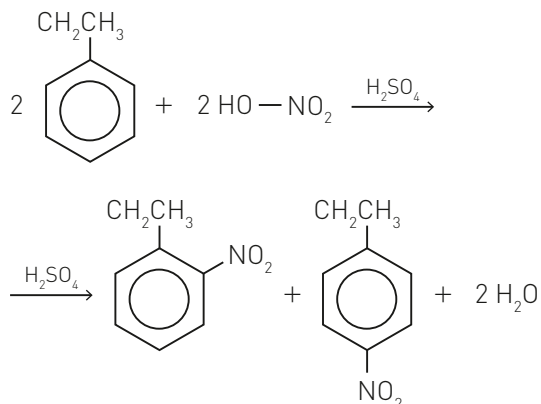


4. a)



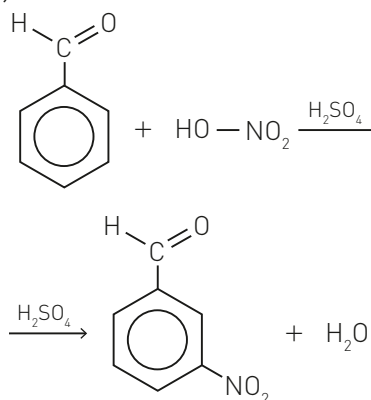
b) O grupo $-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ é ortoparadirigente. Devido à grande densidade de elétrons junto ao átomo ligado ao anel aromático (o carbono é mais eletronegativo que o hidrogênio), a substituição eletrofílica é mais rápida (o grupo etil é um ativante do anel aromático):

(I)

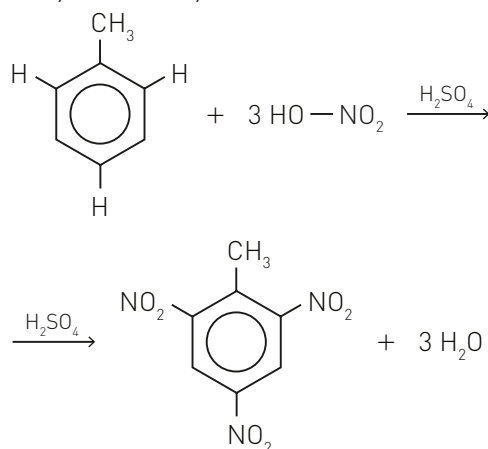


O grupo carbonila é metadirigente. Devido à baixa densidade de elétrons junto ao átomo ligado ao anel aromático (o carbono é menos eletronegativo que o oxigênio), a substituição eletrofílica é mais lenta (o grupo carbonila é um desativante do anel aromático):

(II)

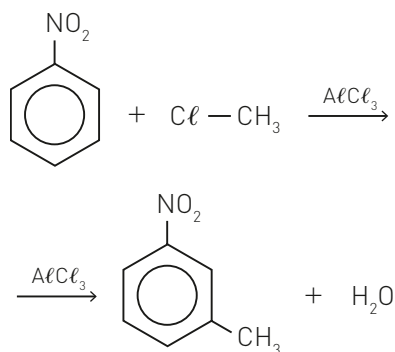


5. a) Reação de nitração do tolueno:



O grupo $-\text{CH}_3$ é ortoparadirigente.

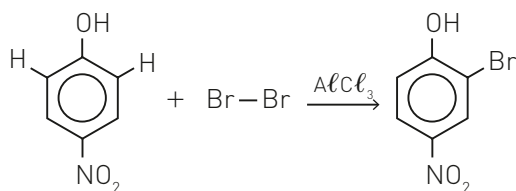
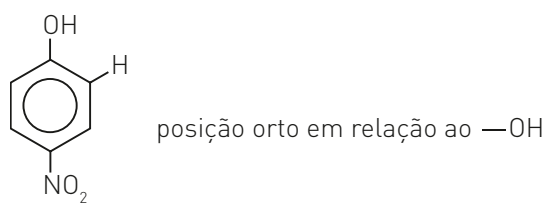
b) Não, pois o grupo $-\text{NO}_2$ é metadirigente:



6. Alternativa c.

7. Alternativa b.

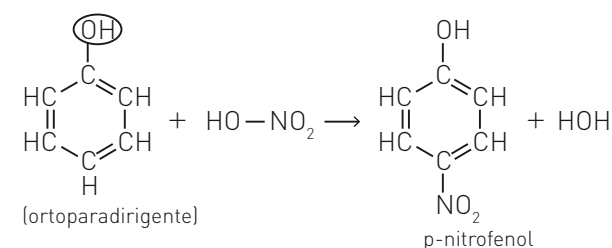
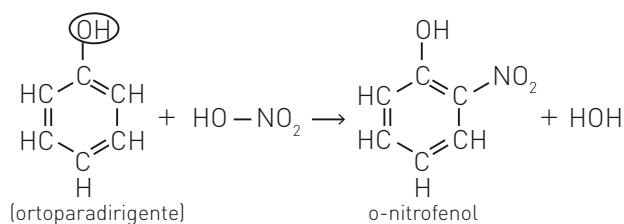
O grupo $-\text{OH}$ do fenol irá direcionar a substituição para as posições orto (o grupo NO_2 já ocupa a posição para). Isso também é favorecido pela presença do grupo $-\text{NO}_2$, metadirigente.



posição meta em relação ao $-\text{NO}_2$

8. Alternativa b.

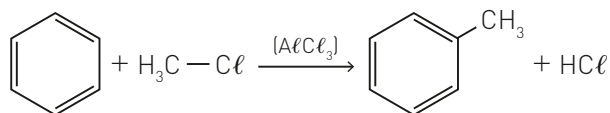
Teremos:



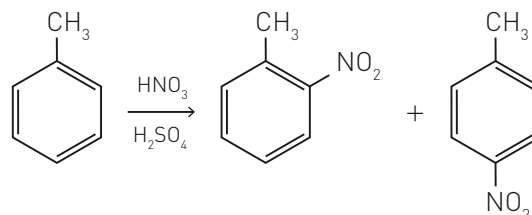
9. Alternativa d.

A partir das informações apresentadas no texto, temos a seguinte sequência de reações químicas:

I) Alquilação do benzeno, produzindo tolueno:



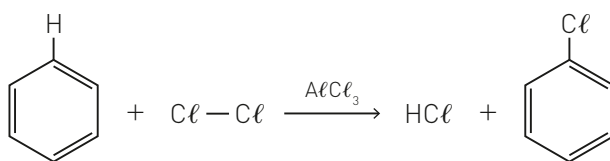
II) Nitração do tolueno, produzindo o-metil-nitro-benzeno e p-metil-nitro-benzeno, uma vez que o radical $-\text{CH}_3$ é ortoparadirigente:



10. Alternativas corretas: 02, 04, 08 e 16.

Análise das afirmações:

[01] Incorreta. Quando $X = \text{H}$, ocorre reação:



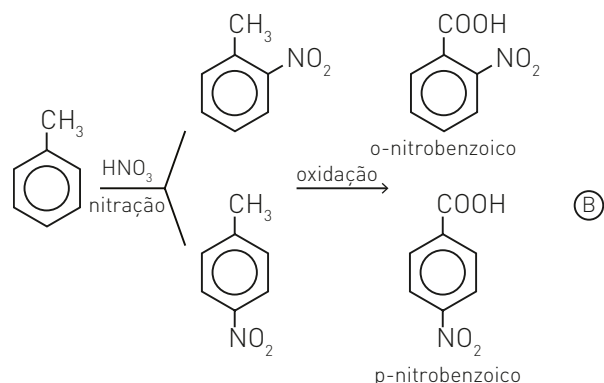
[02] Correta. Quando $X = \text{OH}$ (ortoparadirigente), obtém-se o-clorofenol e p-clorofenol como produtos principais.

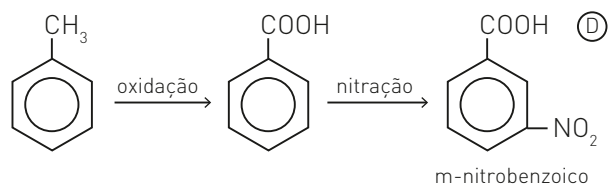
[04] Correta. Quando $X = \text{COOH}$ (metadirigente), o produto principal terá o cloro em posição meta.

[08] Correta. Em condições iguais, a reação é mais rápida quando $X = \text{OH}$; indução mais eficiente (ortoparadirigente) do que quando $X = \text{COOH}$ (metadirigente).

[16] Correta. O AlCl_3 é um ácido de Lewis (receptor de elétrons), utilizado como catalisador na reação.

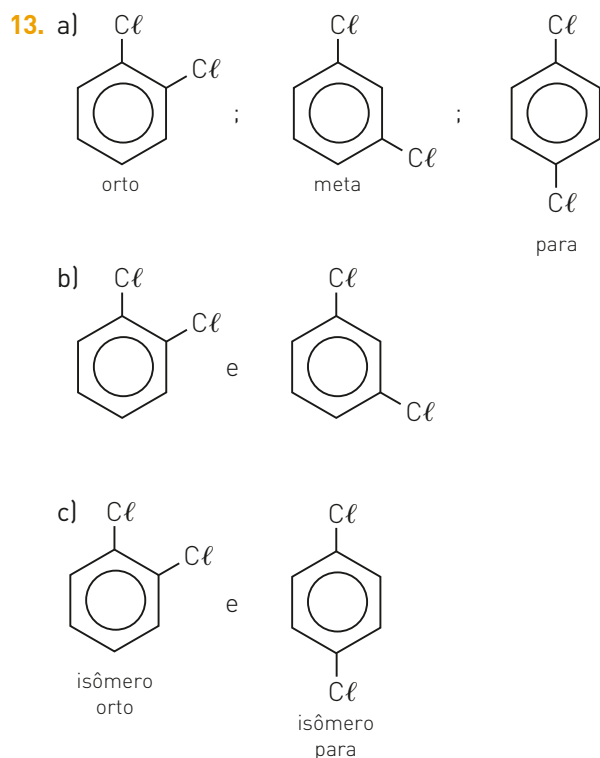
11. Alternativa a.





12. Alternativa b.

Uma vez que o grupo nitro é metadirigente, a reação terá como único produto o m-cloronitrobenzeno.



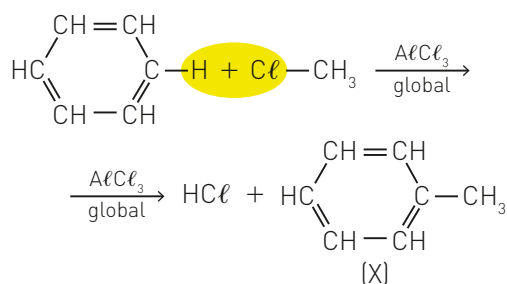
14. Alternativa e.

Trata-se de uma bromação mediada por catalisador. Portanto, I corresponde à molécula de bromo (Br_2), enquanto II corresponde ao HBr que é subproduto da substituição.

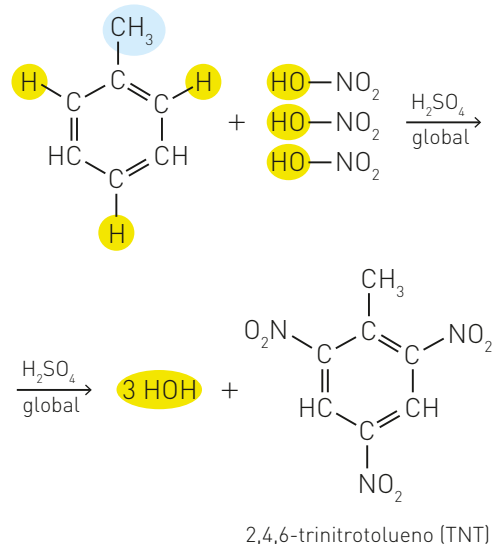
15. Alternativa d.

Uma vez que a carboxila é um radical metadirigente, a nitração ocorrerá nas posições meta. A adição de um grupo nitro (também metadirigente) em qualquer uma das duas posições meta reforça ainda mais a dirigência da segunda nitração.

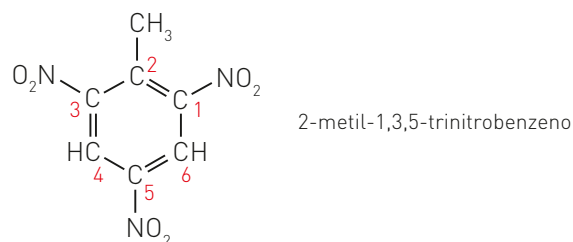
16. a) A reação do benzeno com cloreto de metila, catalisada por cloreto de alumínio, forma tolueno benzila ou metil-benzeno (síntese de Friedel-Crafts):



Síntese do TNT a partir do tolueno:
ortoparadirigente



b) Nome sistemático, segundo a IUPAC, do isômero mais estável do TNT:



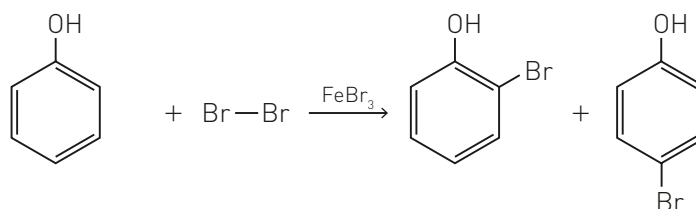
c) Um "peso" padrão deve cair em cima de uma amostra do explosivo para provocar a sua detonação. A sensibilidade do explosivo ao impacto é determinada pela altura da qual o peso deve ser liberado.

Na forma refinada o TNT é muito estável necessitando da adição de nitrato de amônio para ser explodido. As impurezas devem ser retiradas do retículo cristalino, pois, assim, as distâncias intermoleculares no retículo cristalino serão menores e o isômero será mais resistente à fricção e ao impacto.

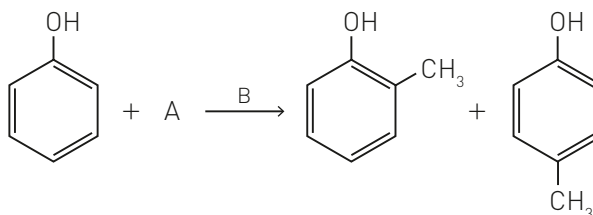
17. Alternativa e.

Após a realização da síntese, pode-se afirmar que X, Y, W e Z são, respectivamente, cloreto de metila, o-nitrotolueno, p-nitrotolueno e ácido p-nitrobenzoico.

18.a) Teremos:



b) Teremos:



A: CH_3Cl (ácido de Lewis)

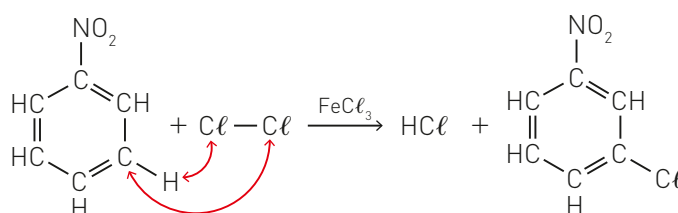
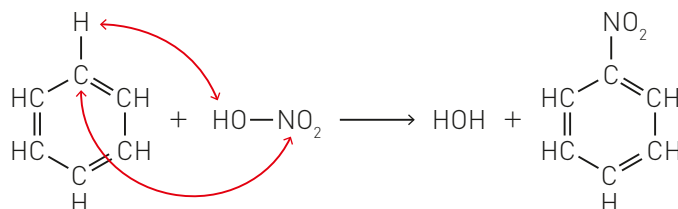
B: AlCl_3 (funciona como catalisador da reação)

c) $[\text{OH}^-] = 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

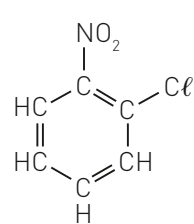
$[\text{H}^+] = 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \Rightarrow \text{pH} = 8$ (amarelo)

$[\text{H}_3\text{O}^+] = 5 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \Rightarrow \text{pH} < 6$ (incolor)

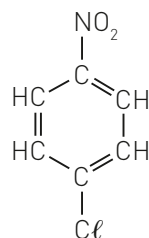
19. Sequência de reações envolvidas na obtenção do m-cloronitrobenzeno:



Fórmulas estruturais dos isômeros planos de posição do m-cloronitrobenzeno:



o-cloronitrobenzeno

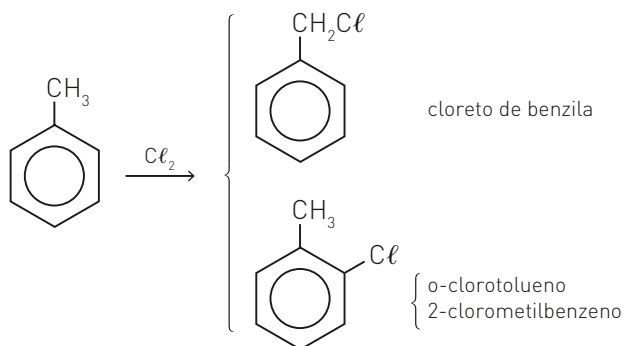


p-cloronitrobenzeno

Complemento

Exercícios (p. 417)

1. Alternativa c.



2. a) A - NO₂ = metadirigente ⇒ desativador.
 B - CH₂ = ortoparadirigente ⇒ ativador.
 C - Br = ortoparadirigente ⇒ ativador.

b) A - SO₂H (desativador).
 B - NH₂ (ativador).

Exercícios (p. 418)

1. H₃C — CH₂ — CH₂ — CH₃
2. H₃C — Cl + H₃C — CH₂ — Cl
3. H₃C — CH₃
4. $\text{H}_3\text{C}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O}^-\text{Na}^+ \end{matrix}$
5. H₃C — CH₂ — CH₂ — CH₃
6. H₂
7. HC = C — CH₃
8. H₃C — CH₃

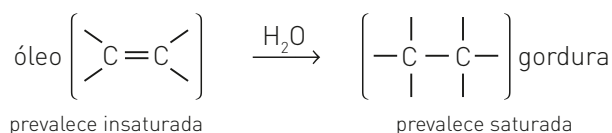
Capítulo 18 Reações de adição

Objetivos do capítulo

- Representar as reações de adição;
- diferenciar hidrogenação, halogenação, adição de HX e hidratação;
- conhecer os mecanismos de adição em alcenos e alcinos;
- identificar as reações de adição que podem ocorrer no anel benzênico.

Sugestões de abordagem

Uma forma de introduzir esse assunto é apresentar um rótulo de margarina em que apareça “óleos vegetais poli-insaturados hidrogenados” e, a partir daí, explicar que:



Em seguida, apresentar as reações de hidrogenação em alcenos, as halogenações, a adição de HX e a hidratação com as regras adequadas.

Algo a mais

Texto complementar

Cicloalcanos, alcenos e alquinos

Na unidade 3 deste volume vimos que o petróleo é uma mistura de hidrocarbonetos e outros compostos orgânicos, separáveis por destilação fracionada da mistura crua. Esse processo é bastante conhecido dos alunos. Pode ser interessante neste momento mostrar como se separam misturas usando outras características físico-químicas. Para a separação e identificação de componentes do petróleo, a cromatografia em fase gasosa é uma das técnicas analíticas mais utilizadas, porque permite detecção em escala de nano a picogramas (10⁻⁹ g a 10⁻¹² g). É um método particularmente bem adaptado ao petróleo, porque necessita que as amostras a serem analisadas sejam voláteis ou termicamente estáveis. Sobre esse assunto, apresentamos o texto a seguir como opção para aprofundamento.

1. A cromatografia é um método físico-químico de separação. Ela está fundamentada na migração diferencial dos componentes de uma mistura, que ocorre devido a diferentes interações, entre duas fases imiscíveis, a fase móvel e a fase estacionária. A grande variedade de combinações entre fases móveis e estacionárias torna a cromatografia uma técnica extremamente versátil e de grande aplicação.

O termo *cromatografia* foi primeiramente empregado em 1906 e sua utilização é atribuída a um botânico russo ao descrever suas experiências na separação dos componentes de extratos de folhas. Nesse estudo, a passagem de éter de petróleo (fase móvel) através de uma coluna de vidro preenchida com carbonato de cálcio (fase estacionária), à qual se adicionou o extrato, levou à separação dos componentes em faixas coloridas. Este é provavelmente o motivo pelo qual a técnica é conhecida como cromatografia (*chrom* = cor e *graphie* = escrita), podendo levar à errônea ideia de que o processo seja dependente da cor.

Apesar deste estudo e de outros anteriores, que também poderiam ser considerados precursores do uso dessa técnica, a cromatografia foi praticamente ignorada até a década de 30, quando foi redescoberta. A partir daí, diversos trabalhos na área possibilitaram seu aperfeiçoamento e, em conjunto com os avanços tecnológicos, levaram-na a um elevado grau de sofisticação, o qual resultou no seu grande potencial de aplicação em muitas áreas.

A cromatografia pode ser utilizada para a identificação de compostos, por comparação com padrões previamente existentes, para a purificação de compostos, separando-se deles as substâncias indesejáveis, e para a separação dos componentes de uma mistura.

[...]

Os gases de arraste usados como fase móvel devem ter alta pureza e ser inertes em relação à fase estacionária. Hidrogênio, nitrogênio e hélio são os mais usados.

[...] As fases estacionárias podem ser polares, apolares ou quirais. Fases polares são baseadas em polietilenoglicol puro ou modificado, e apolares em metilsiloxano puro ou modificado. As fases quirais mais comuns são compostas de ciclodextrinas.

Atualmente, espectrômetros de massa têm sido acoplados a equipamentos de cromatografia

gasosa, possibilitando a identificação imediata das substâncias presentes na amostra.

DEGANI, Ana Luiza G.; CASS, Quezia B.; VIEIRA, Paulo C. Cromatografia: um breve ensaio. *Química Nova na Escola*, n. 7. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc07/actual.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2018.

Conceito de ácido-base de Lewis

Em 1923, Lewis propôs um novo conceito de ácido-base. Para ele:

Ácidos: espécies químicas receptoras de pares de elétrons (agente eletrófilo).

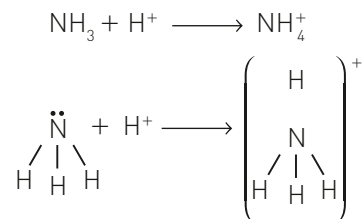
Bases: espécies químicas doadoras de pares de elétrons (agente nucleófilo).

Considerando a estrutura das substâncias envolvidas em uma reação do tipo ácido-base, o conceito de Lewis não é diferente do conceito de Brønsted-Lowry, só mais amplo.

Para que uma espécie química possa receber um próton (H^+) e funcionar como uma base de Brønsted-Lowry, deve obrigatoriamente ter um par de elétrons disponíveis, não compartilhados. Veja a reação:



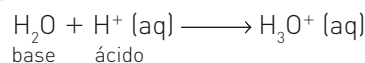
ou, mais especificamente, o que ocorreu com o NH_3 :



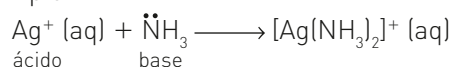
O NH_3 , que nessa reação funciona como base de Brønsted-Lowry, apresenta um par de elétrons não compartilhados que foi utilizado para receber um próton (H^+). Assim, o NH_3 também é uma base de Lewis.

O conceito de Lewis aumenta o número de espécies químicas que podem ser classificadas como ácidos ou como bases. Assim, um próton ou mesmo um cátion pode funcionar como ácido, ou seja, pode receber um par de elétrons.

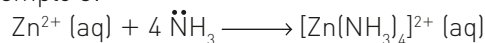
Exemplo 1:



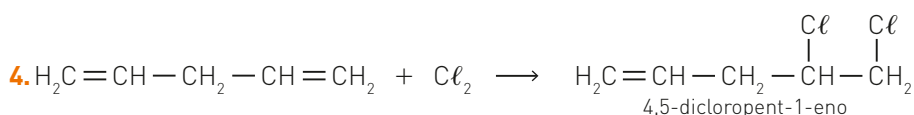
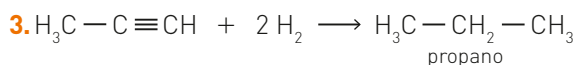
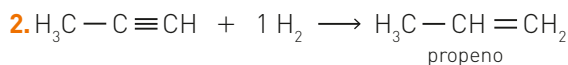
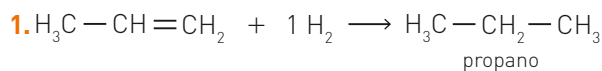
Exemplo 2:



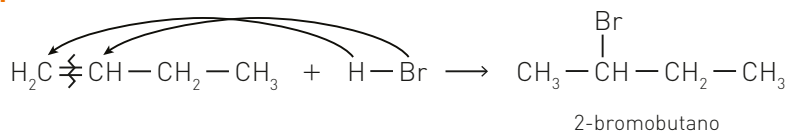
Exemplo 3:



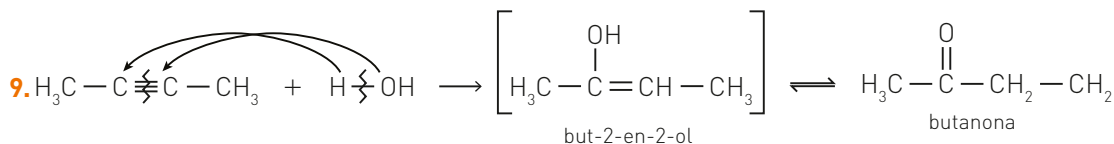
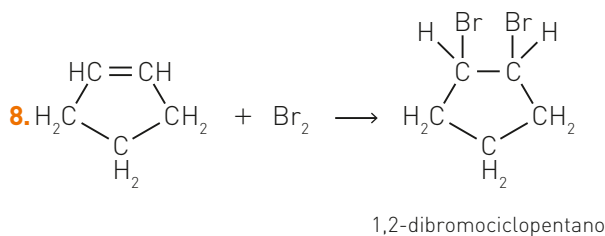
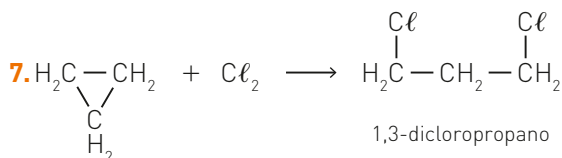
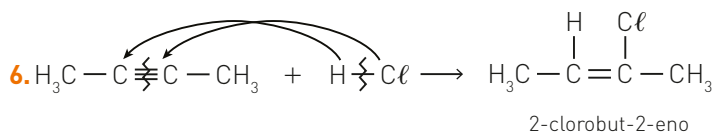
Fundamentando seus conhecimentos (p. 426)



5.



A regra de Markovnikov diz que o átomo de hidrogênio se liga ao átomo de carbono mais hidrogenado.



Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 426)

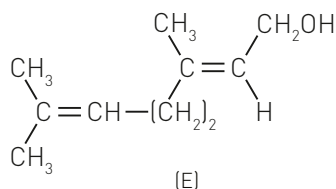
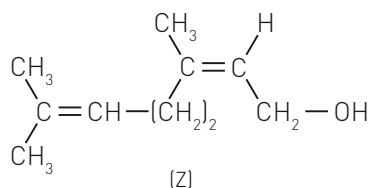
1. Alternativa d.

Na primeira reação, ocorre a adição da molécula de Br_2 ao composto orgânico pela quebra da ligação π . Na segunda reação, ocorre a substituição do átomo de hidrogênio pelo átomo de cloro através da reação de substituição.

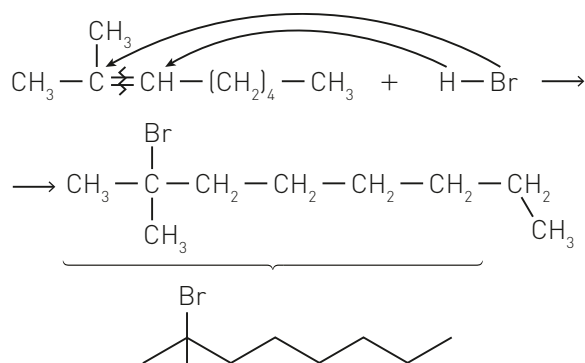
2. Alternativa a.

I. Correta: é adicionada uma molécula de H_2 para cada ligação π . Em 1 mol de geraniol existem 2 mol de ligações π , que são hidrogenadas por 2 mol de H_2 .

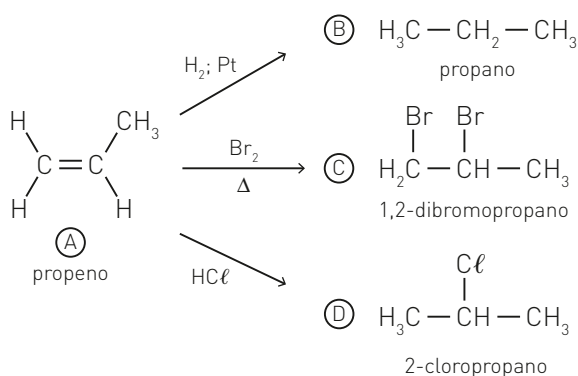
- II. Incorreta: o nome oficial é 3,7-dimetiloctan-1-ol.
 III. Incorreta: existem dois isômeros geométricos:



3. Alternativa d.



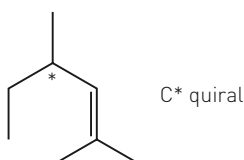
4. Alternativas corretas: 2-2, 3-3 e 4-4.



5. Alternativa c.

Utilizando as informações:

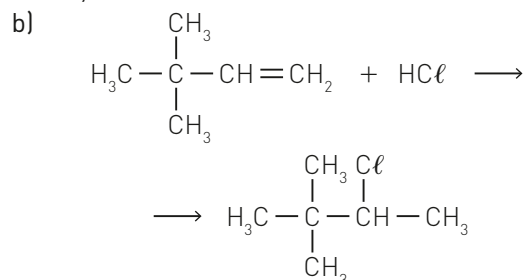
- I. Descora a solução de $\text{Br}_2 \rightarrow$ insaturado.
 II. Absorve apenas 1 mol de $\text{H}_2 \rightarrow$ insaturado com uma dupla-ligação.
 III. Isomeria óptica $\rightarrow$ carbono assimétrico (quiral).



6. Alternativa b.

Apenas as ligações π entre carbonos sofrem hidrogenação, através da adição de uma molécula de H_2 em cada insaturação. Em 1 mol de bixina existem 9 mol de ligações π entre carbonos, que são hidrogenadas por 9 mol de H_2 .

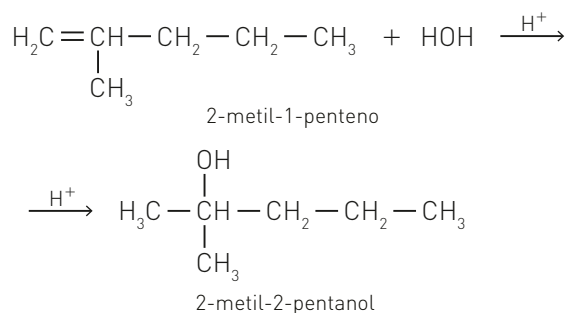
7. a) Adição.



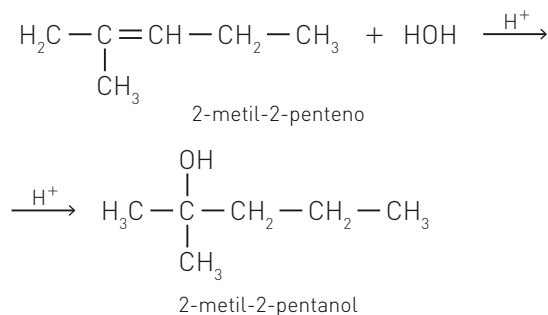
8. Alternativa b.

O 2-metil-2-pentol pode ser obtido pela hidratação catalisada de dois alcenos diferentes.

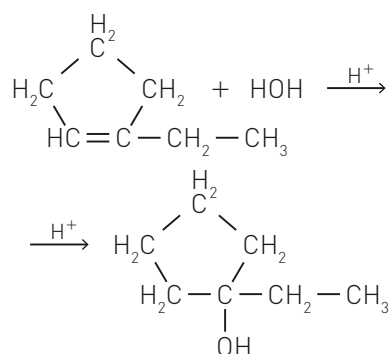
Com o 2-metil-1-penteno:



Com o 2-metil-2-penteno:



O 1-etilciclopentanol pode ser obtido a partir do 1-etilciclopenteno:

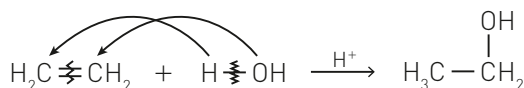


Observações:

- Na verdade, os compostos de origem não são dois alcenos, mas sim um alceno e um cicloalcano.
- O nome mais claro para o 1-etilciclopentanol seria: 1-etil-ciclopentano-1-ol.

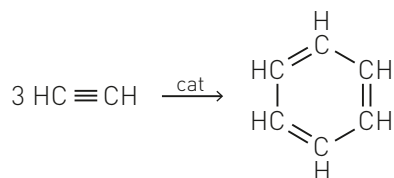
9. Alternativas corretas: 02, 08 e 32.

- Incorreta: o etano (etileno) é um alqueno, e sua fórmula geral é C_nH_{2n} .
- Correta.
- Incorreta: ocorre a hidratação, com a adição de água, à insaturação, catalisada por ácido:

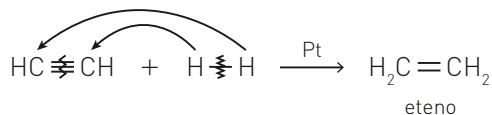


- Correta: são todos carbonos saturados, com 4 nuvens eletrônicas.
- Incorreta: é um isômero funcional do éter dimetílico:
 $H_3C-O-CH_3$
- Correta.

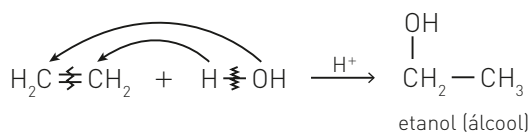
10.a) A trimerização do acetileno produz o benzeno:



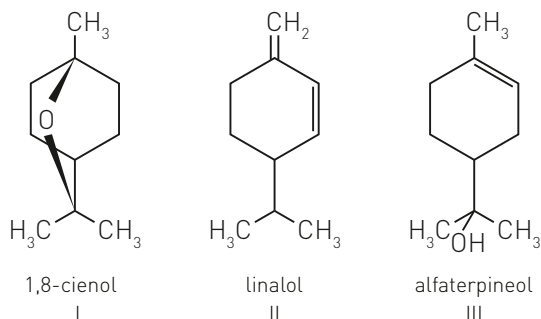
b) I. O composto X é o eteno:



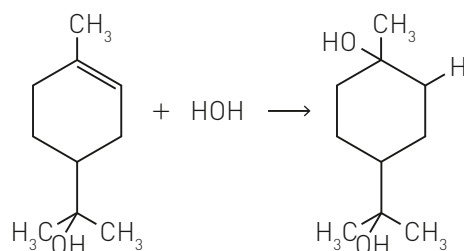
II. A hidratação do eteno produz o etanol, que é o composto Y.



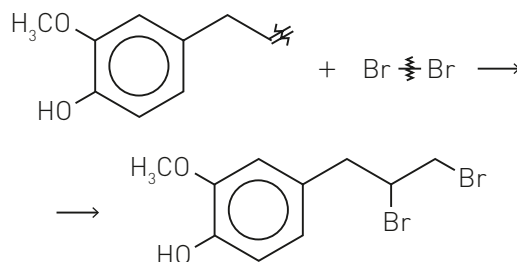
11.



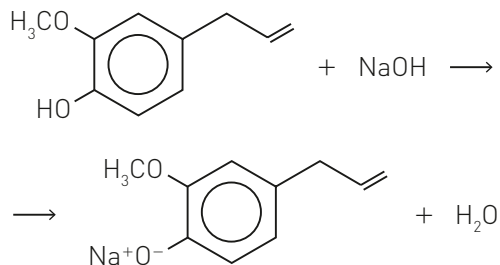
A adição de 1 mol de H_2O ao alfaterpineol pode ser representada pela equação:



12.a) O teste com a solução Br_2 em CCl_4 é para verificar a existência de ligações π não aromáticas:



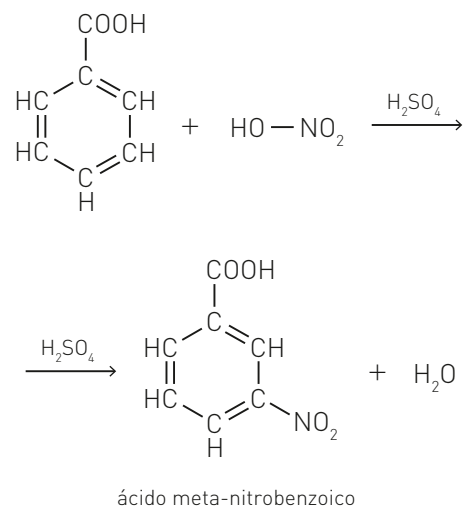
b) O grupo fenol tem leve caráter ácido e pode reagir com uma base:



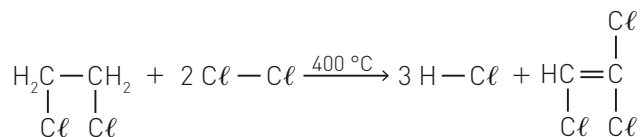
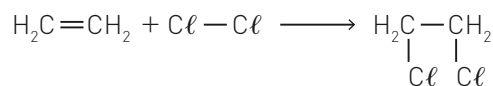
13. Alternativa b.

Teremos: ácido meta-nitrobenzoico, propanona e 1,3-dibromo-propano:

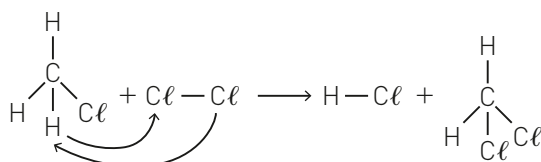
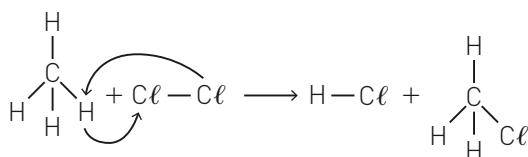
(metadirigente)



22.a) Equações químicas baseadas no roteiro:



b) Equações químicas baseadas no roteiro:

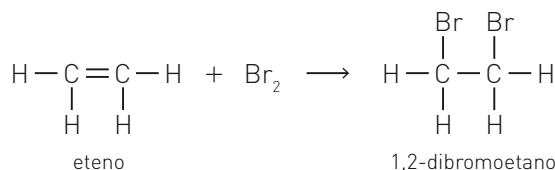


Desafiando seus conhecimentos (p. 431)

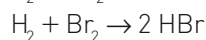
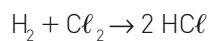
1. Alternativa c.

Afirmção I: Incorreta: a substância Br é líquida a 25 °C sob 1 atm de pressão.

Afirmção II: Correta:



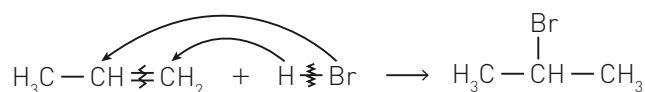
Afirmção III: Correta:



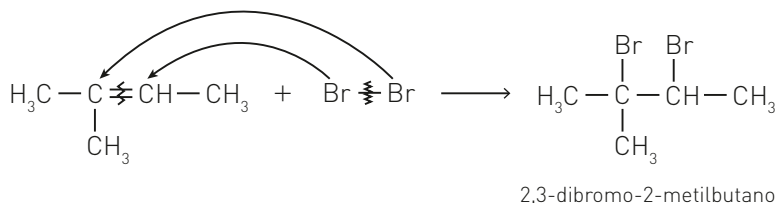
2. Alternativas corretas: 0-0 e 2-2.

[0-0] Verdadeiro.

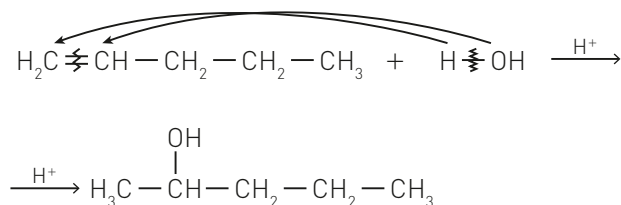
Conforme a regra de Markovnikov, o átomo de hidrogênio se liga ao carbono mais hidrogenado da insaturação:



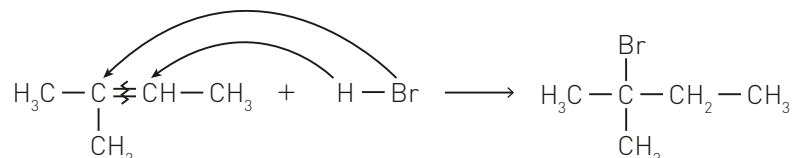
[1-1] Falso.



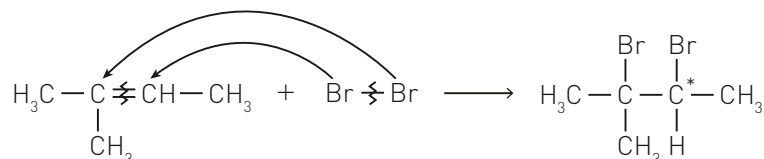
(2-2) Verdadeiro.



(3-3) Falso.



(4-4) Falso.



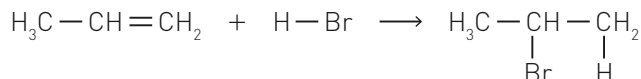
3. Alternativa c.

É um alceno e a reação é de adição.

a) Incorreto: X é um alceno e a reação é de adição, não há como fazer adição em alceno.

b) Incorreto: se fosse alceno, existiriam dois bromos no produto, e a reação é de adição e não de eliminação.

c) Correto: X é 1-buteno, e, quando ocorre adição de HBr, forma-se o 2-bromo-butano pela regra de Markovnikov.

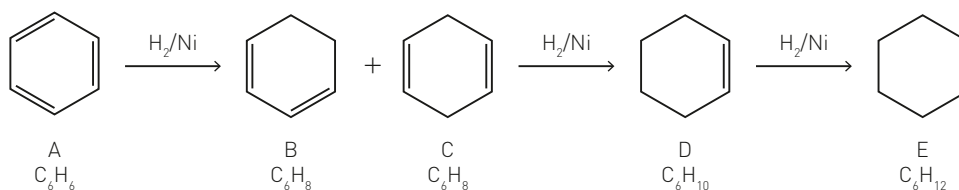


d) Incorreto: X não é um álcool, e a reação é de adição.

e) Incorreto: X não é uma cetona, e a reação não é de eliminação.

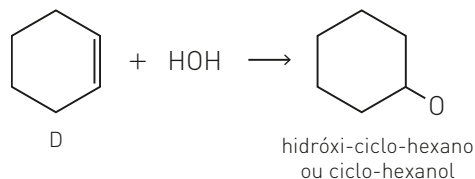
4.

a) Fórmulas estruturais de todas as substâncias representadas:

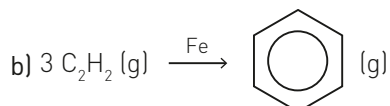


b) Entre B e C existe isomeria de posição, pois as posições das insaturações são diferentes.

c) Teremos:



5. a) $\text{CaC}_2 (\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 (\text{aq}) + \text{C}_2\text{H}_2 (\text{g})$



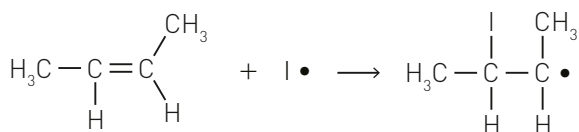
c)

	Partes da aparelhagem	
Substâncias colocadas inicialmente em	A	Água
	B	Carbeto de cálcio
	C	Ferro
	D	Água
Substâncias formadas ou recolhidas em	B	Acetileno e Ca(OH)_2
	C	Benzeno gasoso
	E	Benzeno líquido

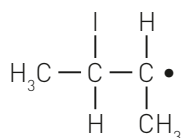
6.1)



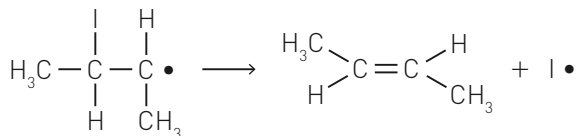
2)



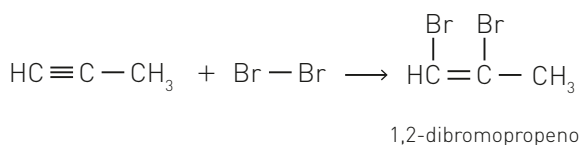
3)



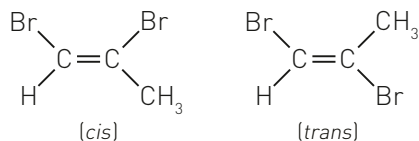
4)



7. I.



II.

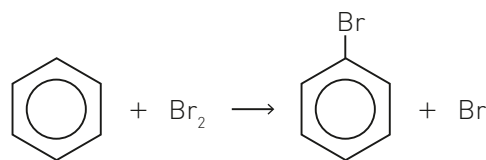


8. Alternativa d.

O único composto que, quando clorado, não resultará em isômeros *cis* e *trans* é o cloroacetileno.

9. V - F - F - V - F.

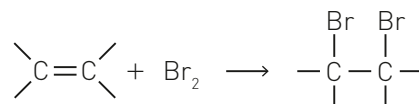
I. Verdadeira:



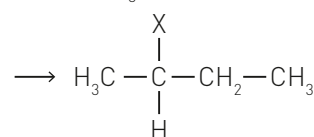
II. Falsa: a energia da simples ligação é diferente da energia da dupla-ligação.

III. Falsa: $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$. No carbono da dupla-ligação existem ligantes iguais: (H_2) .

IV. Verdadeira:

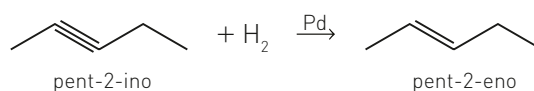


V. Falsa: a mistura é opticamente inativa.

10. $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{HX} \longrightarrow$ 

11. A reação de hidrogenação parcial produz um alceno que apresenta isomeria geométrica.

Equação:



Estrutura dos isômeros *trans* e *cis*, respectivamente:



Cálculo do número de mol de pent-2-ino:
(fórmula C_5H_8 com massa molar 68 g/mol)

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ mol de } \text{C}_5\text{H}_8 & \text{---} & 68 \text{ g} \\ n & \text{---} & 12,24 \text{ g} \end{array}$$

$$n = 0,18 \text{ mol de pent-2-ino}$$

Como o hidrogênio reage na proporção 1:1 com o hidrocarboneto, podemos concluir que a quantidade em mol de H_2 necessária será de 0,18.

Cálculo da massa de hidrogênio:

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ mol de } \text{H}_2 & \text{---} & 2 \text{ g} \\ 0,18 \text{ mol} & \text{---} & m \end{array}$$

$$m = 0,36 \text{ g}$$

De acordo com o texto, o volume de hidrogênio é 900 vezes maior em relação ao volume de paládio.

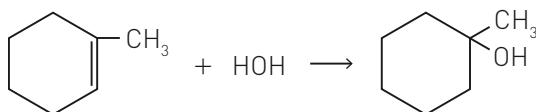
Assim:

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{d}$$

$$900V_{\text{Pd}} = V_{\text{hidrogênio}} \Rightarrow 900 \cdot \frac{m_{\text{Pd}}}{d_{\text{Pd}}} = \frac{m_{\text{hidrogênio}}}{d_{\text{hidrogênio}}} \Rightarrow$$

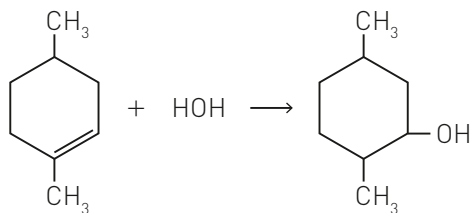
$$\Rightarrow 900 \cdot \frac{m_{\text{Pd}}}{12\,000} = \frac{0,36}{0,08} \Rightarrow m_{\text{Pd}} = 60\text{ g}$$

- 12.a) A obtenção do álcool I pode ser representada pela equação:

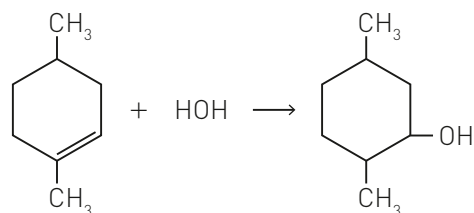


O método utilizado é a hidratação catalisada por ácido.

- b) O álcool II pode ser obtido a partir de duas ciclo-olefinas diferentes, segundo as equações:

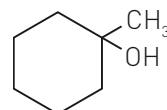


Neste caso, o método utilizado é a hidroboração.



Neste caso, pode ser usada tanto a hidratação catalisada por ácido, como a hidroboração.

- c) Álcool I



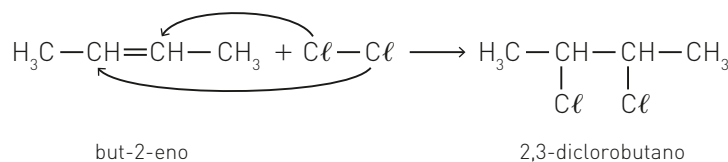
Não apresenta carbonos assimétricos.

13. Alternativa b.

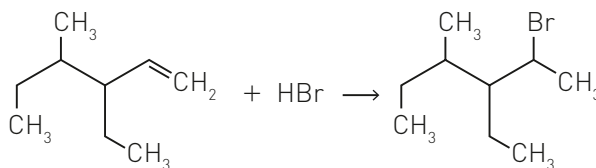
A reação I é uma reação de substituição, típica de aromáticos. A reação II é uma reação de adição, típica de alkenos e alcinos.

14. Alternativa c.

Teremos:

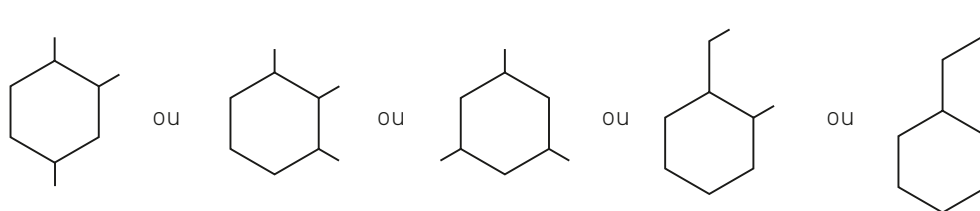


- 15.a) Teremos:



- b) 3-etil-4-metil-hex-1-eno.

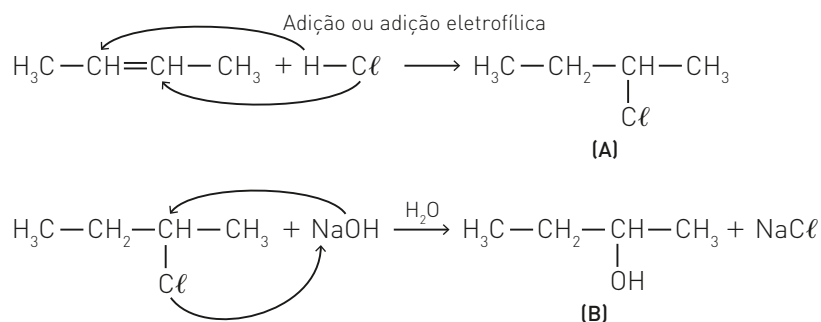
- c) Algumas possibilidades são:



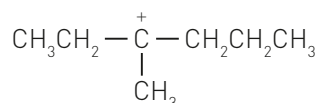
16. Alternativa b.

A hidrogenação total do benzeno dá origem ao ciclo-hexano.

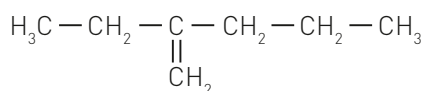
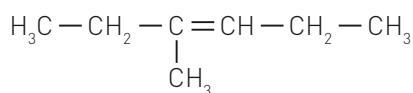
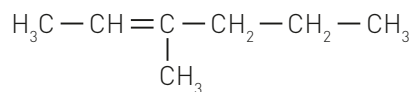
17.



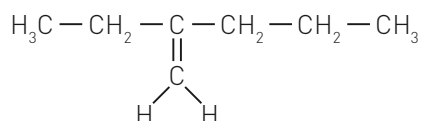
- 18.a) Como a adição do ânion Cl^- ocorre no átomo de carbono com carga positiva, o carbocátion, que dá origem ao haleto, tem a seguinte estrutura:



- b) Os alcenos que não são isômeros *cis-trans* entre si e que, reagindo com o HCl , podem originar o haleto de alquila mencionado, apresentam as seguintes estruturas:

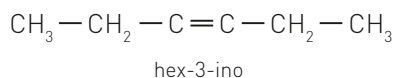
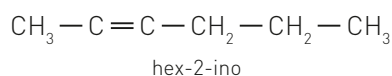
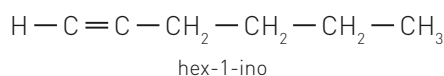


- c) O alceno do item b que não apresenta isomeria *cis-trans* é:

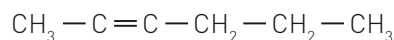


Nesse caso, não ocorre isomeria *cis-trans* por existirem 2 ligantes iguais (H) em um carbono de dupla ligação, o que impede a existência de duas estruturas espaciais diferentes.

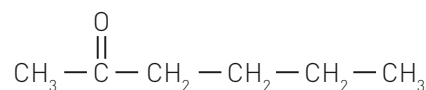
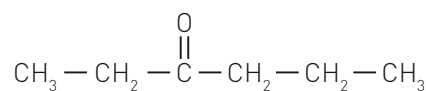
- 19.a) As fórmulas estruturais são:



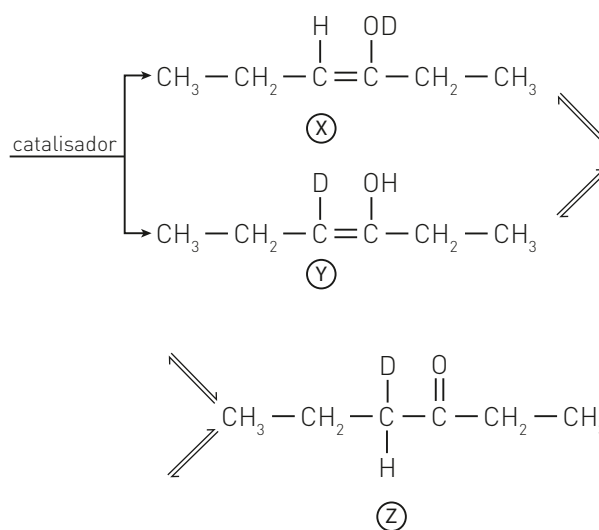
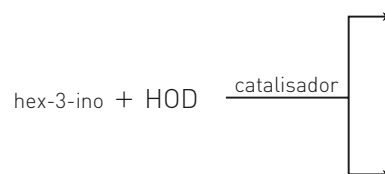
- b) O hexino que, ao sofrer hidratação, produz duas cetonas diferentes, porém isoméricas, é o hex-2-ino. A fórmula estrutural do hex-2-ino pode ser representada por:



As fórmulas estruturais das cetonas formadas podem ser representadas por:

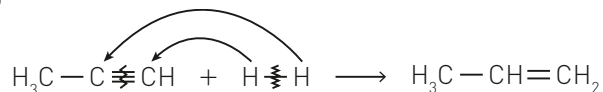


c)

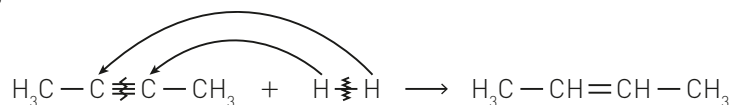


Complemento (p. 437)

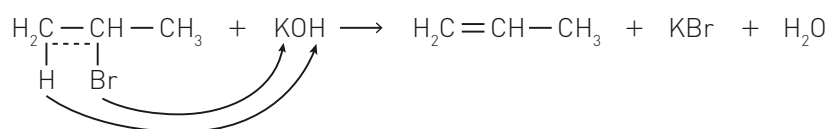
1.a)



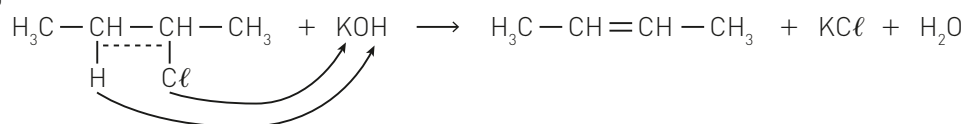
b)



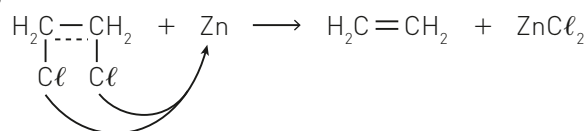
c)



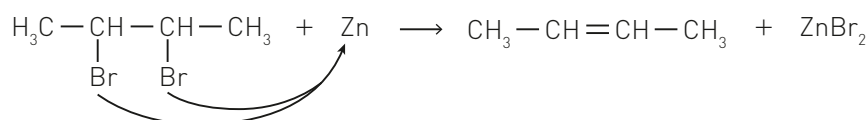
d)



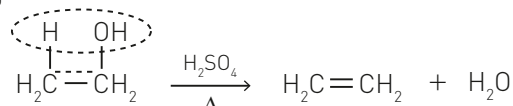
e)



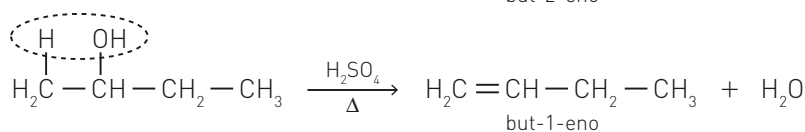
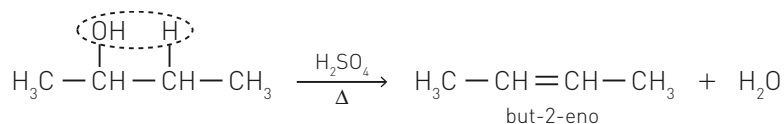
f)



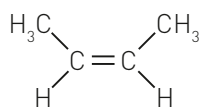
g)



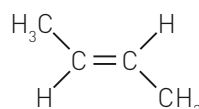
2.



O but-2-eno apresenta isomeria geométrica:

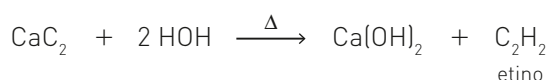
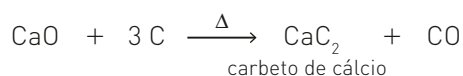
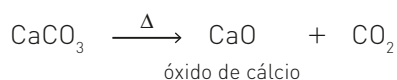


cis-but-2-eno

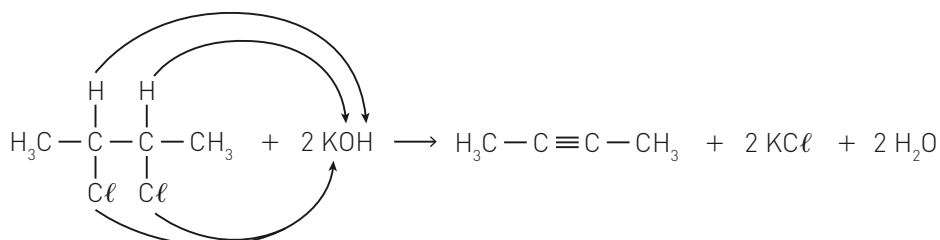


trans-but-2-eno

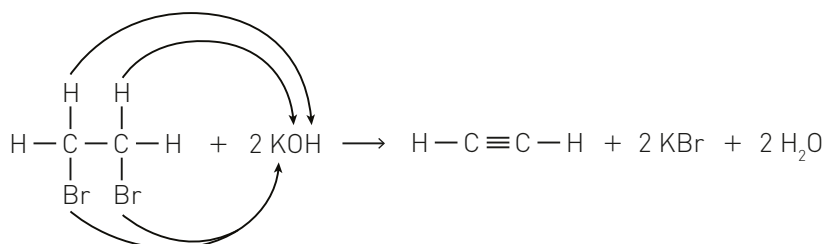
3.



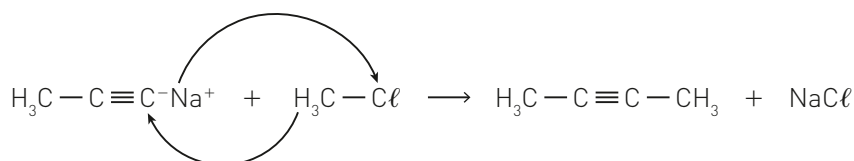
4.a)



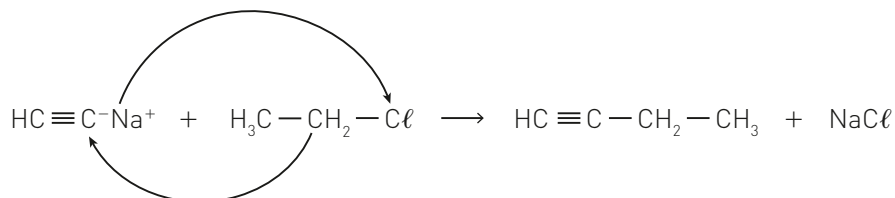
b)



c)



d)



5. Alternativa b

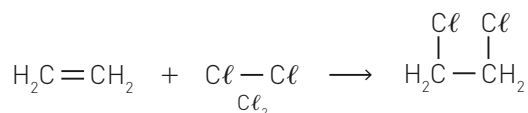
O ciclobutano possui um anel com 4 vértices, o que causa deformação no ângulo das ligações dos átomos de carbono, resultando em tensão de anel.

6. Alternativa d

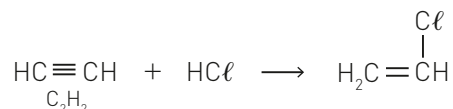
A eliminação é o processo contrário à reação de adição; os dois átomos são retirados e os carbonos com valência livre se unem por ligação π .

7. Alternativa d

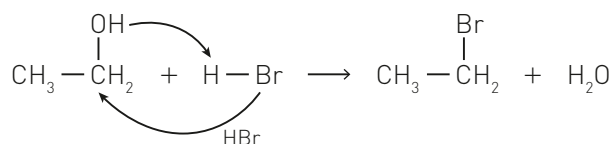
I.



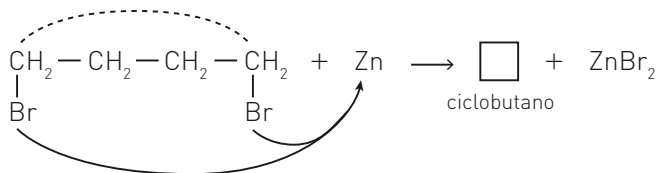
II.



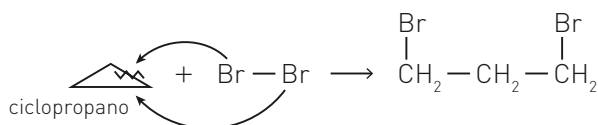
III.



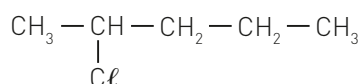
IV.



V.



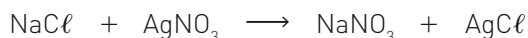
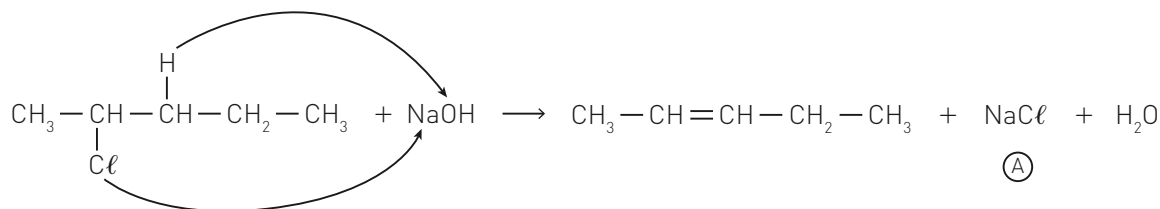
8. a) Para reagir com KOH em meio alcoólico, formando um alqueno, o composto orgânico é um haleto de alquila, com o átomo de halogênio ligado ao segundo carbono da cadeia (pois este átomo está sempre presente nas insaturações). Como no experimento B precipita AgCl , trata-se de um cloreto de alquila:



b) É o isômero II (*trans*).

c) Trata-se de uma reação de eliminação, reação contrária ao processo de adição. Na eliminação, dois átomos ou grupos deixam o composto orgânico, e os átomos de carbono com valência livre se ligam.

d)

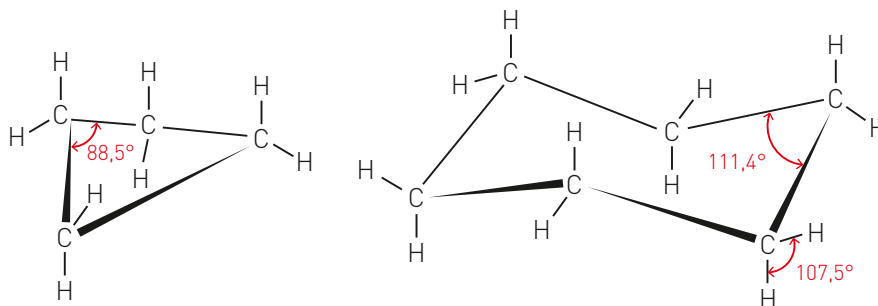


(B)

O sal A é o NaCl e o sal B é o NaNO_3 .

9. Alternativa b.

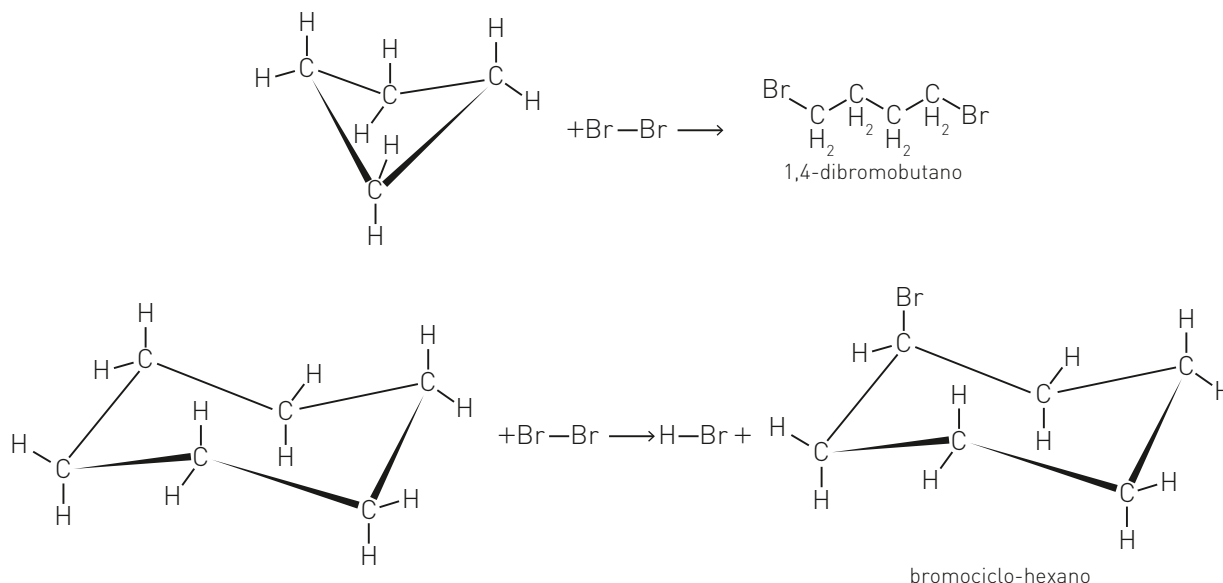
Adolf von Baeyer (1835-1917), diz que: “quanto maior a diferença entre o ângulo real e o teórico (afastamento em relação ao ângulo de estabilidade) de um ciclano, maior será a instabilidade do ciclo e maior será sua facilidade de reagir com a quebra do anel, como consequência”.



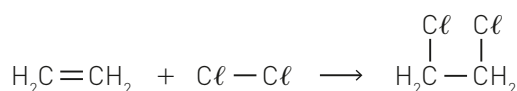
A partir da análise das figuras percebe-se que o ciclobutano é mais instável do que o ciclo-hexano.

Conclusão: o ciclobutano sofrerá reação de adição (o anel será “quebrado”) e o ciclo-hexano sofrerá reação de substituição.

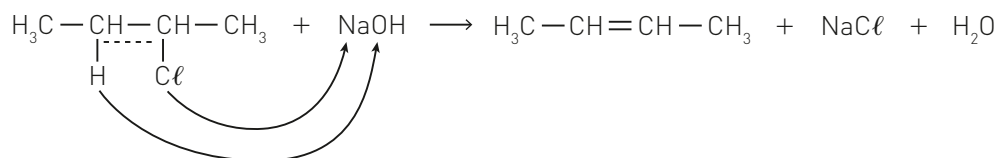
Então, supondo-se a reação com um mol de Br₂ vem:



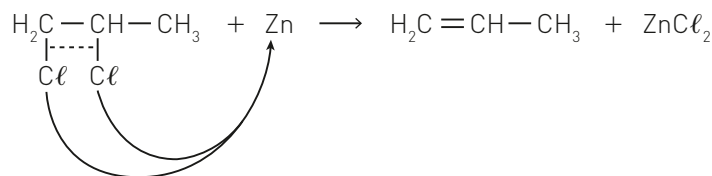
10.a) III.



b) I.



c) II.



Capítulo 19 Reações de oxidação

Objetivos do capítulo

- Representar as reações de oxirredução;
- diferenciar oxidação branda, ozonólise e oxidação enérgica;
- reconhecer o KMnO₄ como agente oxidante;
- identificar a variação dos Nox nos compostos orgânicos.

Sugestões de abordagem

Inicialmente, o professor pode recordar as reações de combustão.

Apresentar a oxidação branda como a utilizada para diferenciar alquenos de cicloalcanos (reativo de Baeyer) e, se possível, realizar um experimento. Caso o professor não tenha à disposição alquenos ou cicloalcanos, ele pode ilustrar a descoloração da solução de KMnO₄ pela ação da água oxigenada. Indicar que o que ocorre com a água oxigenada ocorreria com o alqueno, isto é, se oxidaria. Em seguida, resolver os exercícios.

Mostrar a reação de ozonólise em alcenos e fazer alguns exercícios para, posteriormente, apresentar a oxidação enérgica.

Algo a mais

Atividade experimental

O experimento a seguir deve ser feito somente pelo professor. Se o professor optar por usá-lo em sala de aula, ele pode servir como demonstração ou então ser realizado somente com os reagentes para criar uma explicação do que ocorreu no experimento.

Oxidação branda

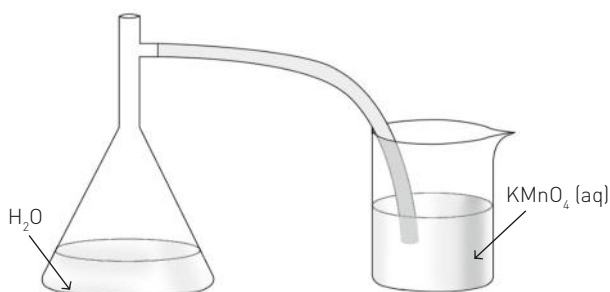
Objetivo: mostrar a oxidação branda de um hidrocarboneto insaturado.

Material

- carbureto (carbeto de cálcio) — CaC_2 (s)
- água
- KMnO_4 (aq): 0,5 g/L
- kitassato de 250 mL, provido de mangueira e rolha
- béquer

Procedimento

- a) Coloque no béquer um certo volume da solução de KMnO_4 e um pouco de água no kitassato (mais ou menos a largura de um dedo). Introduza a extremidade livre da mangueira na solução de KMnO_4 .



Alexandre Silva/Arquivo da editora

- b) Coloque uma pedra pequena de CaC_2 no kitassato e tampe-o.
- c) Observe o gás liberado (C_2H_2) borbulhar na solução de KMnO_4 e a sua mudança de cor. Inicialmente, a solução irá adquirir uma cor

amarronzada, devido à formação do MnO_2 . Deixe o sistema em repouso até o MnO_2 decantar – a solução ficará incolor.

Sugestões de abordagem

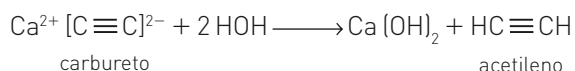
Este experimento pode ilustrar a reação de diferenciação entre alquenos e cicloalcanos (oxidação branda de Baeyer).

Inicialmente, lembre, junto com os alunos, as evidências visuais de ocorrência de uma reação química:

- liberação de gás;
- mudança de cor;
- formação de precipitado.

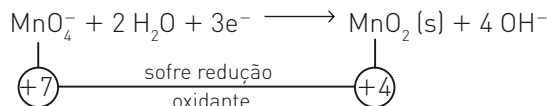
Observe que todas são verificadas.

A seguir, recorde com os alunos a obtenção do acetileno:



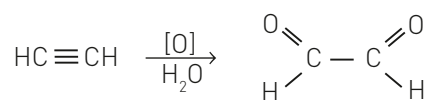
Se achar conveniente, coloque algumas gotas de fenolftaleína no kitassato e recorde o que é um indicador.

O passo seguinte é explicar que o KMnO_4 , que apresenta cor violeta, sofreu decomposição:



Obs.: Dependendo da classe, às vezes, é mais conveniente simplificar a explicação, dizendo que o KMnO_4 , na sua decomposição, produz MnO_2 e libera oxigênio nascente: $[\text{O}]$, que ataca o hidrocarboneto insaturado em meio aquoso.

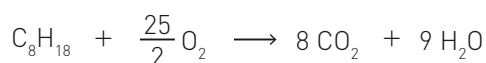
A oxidação inicial do acetileno costuma ser representada, de forma simplificada, por:



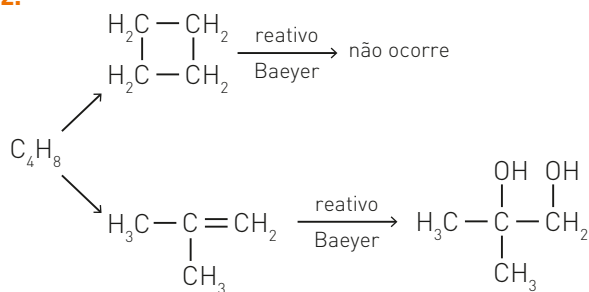
Se o professor tiver um cicloalcano, como por exemplo o ciclo-hexano, pode testar sua reatividade com a solução aquosa de KMnO_4 .

Fundamentando seus conhecimentos (p. 445)

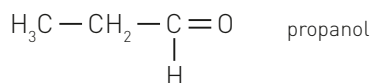
1. 2,2,4-trimetilpentano.



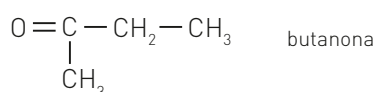
2.



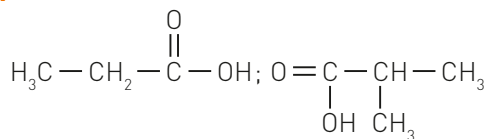
3. A:



B:



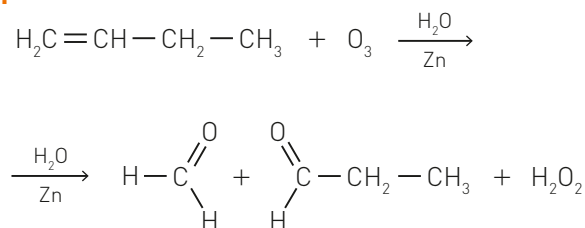
4.



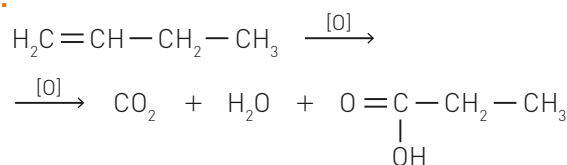
5. But-1-eno.

6. Sim; o but-1-eno é um alqueno.

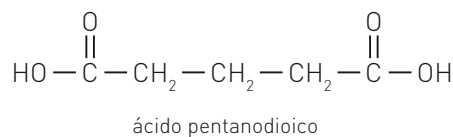
7.



8.



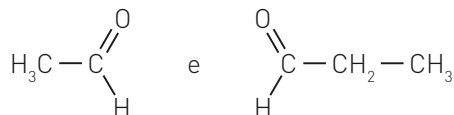
9.



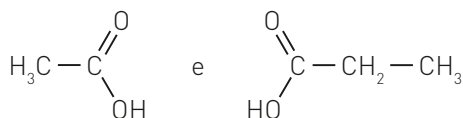
Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 446)

1. Pent-2-eno.

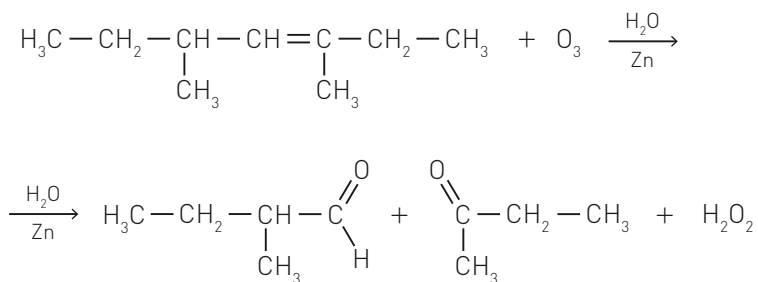
2.



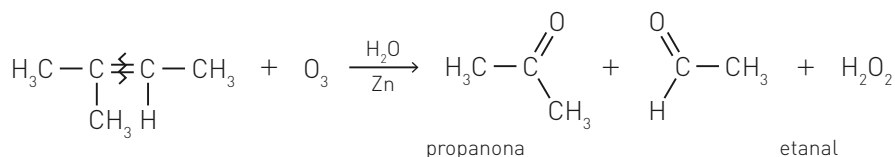
3.



4. 3,5-dimetil-hept-3-eno.

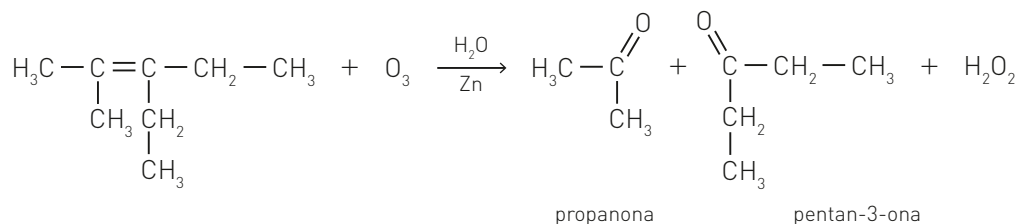


5. Alternativa c.



A ozonólise “quebra” a molécula do alqueno na região da insaturação, formando aldeídos e/ou cetonas.

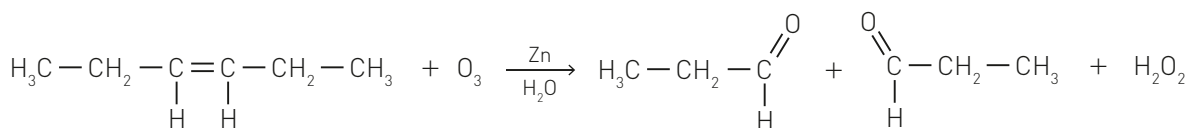
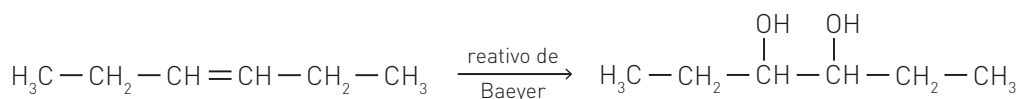
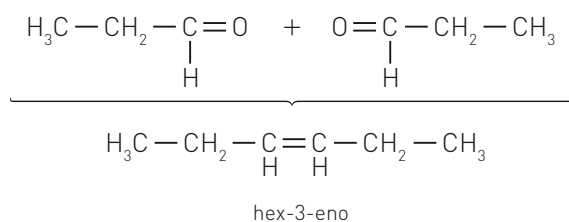
6. Alternativa c.



A ozonólise “quebra” a molécula do alqueno na região da insaturação, formando aldeídos e/ou cetonas. Neste caso, como os carbonos da insaturação são terciários, formam-se apenas cetonas.

7. Alternativa b.

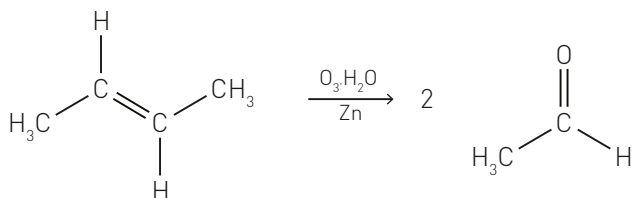
O fato de a substância decorar o reativo de Baeyer (solução de KMnO_4) indica que se trata de um alqueno. Como com a ozonólise é formado apenas propanal, o alqueno em questão é o hex-3-eno:



8. Alternativa a.

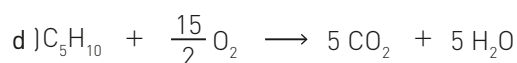
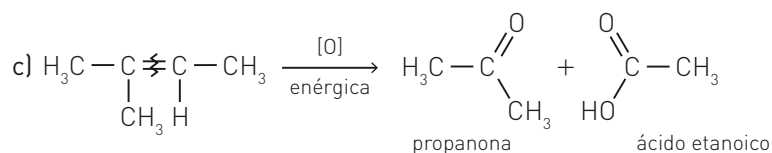
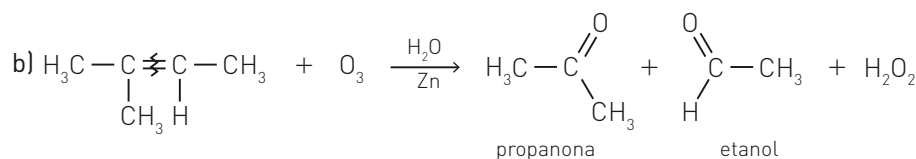
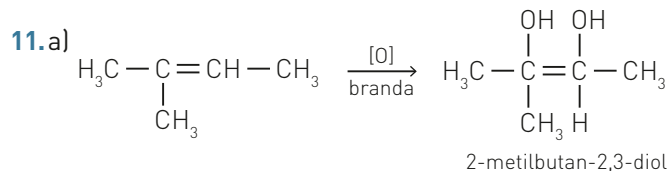
Uma vez que o produto é uma cetona, ambos os átomos de carbono da ligação dupla oxidada são terciários. O composto em questão é, portanto, o 2, 3-dimetilbut-2-eno (2,3-dimetil-2-butenol).

9. O alqueno de menor massa molecular que apresenta isomeria *cis-trans* é o but-2-eno. Sua ozonólise seguida de hidrólise fornece como único produto o etanal:

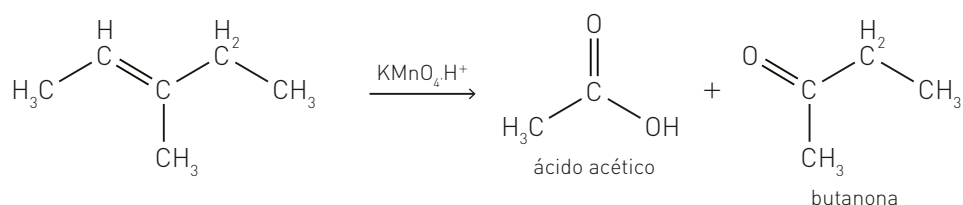


10. Alternativa c.

Como os hidrocarbonetos representados pela fórmula estrutural geral possuem somente carbonos primários ou secundários na insaturação, serão formados apenas aldeídos nas reações de ozonólise ou apenas ácidos carboxílicos nas reações de oxidação energética.



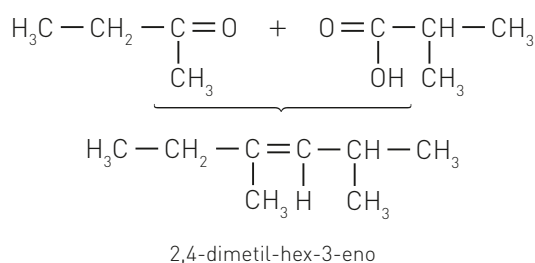
12. Alternativa d.



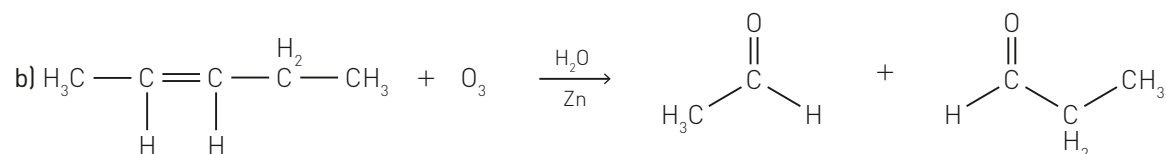
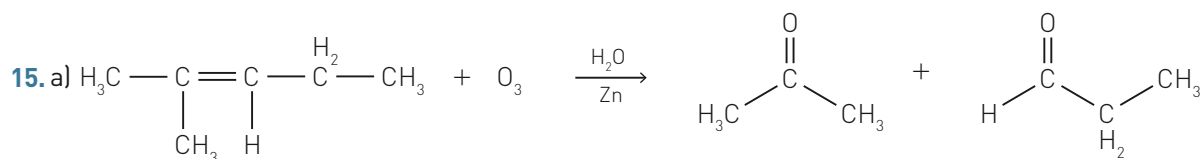
13. Alternativa e.

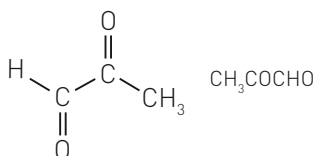
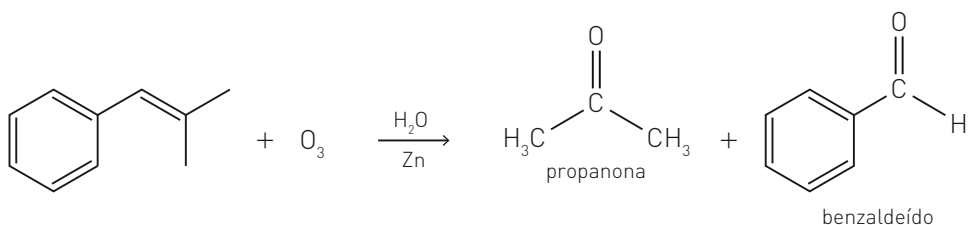
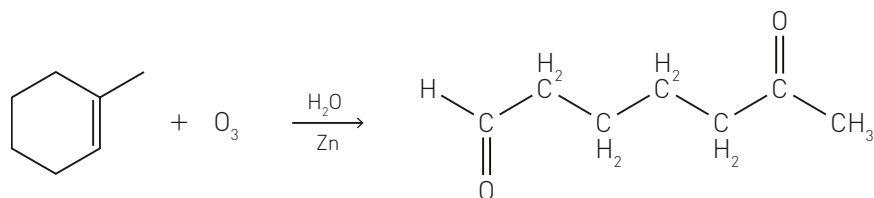
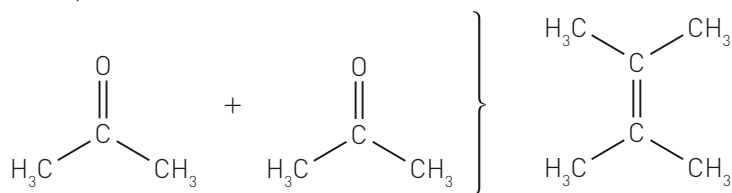
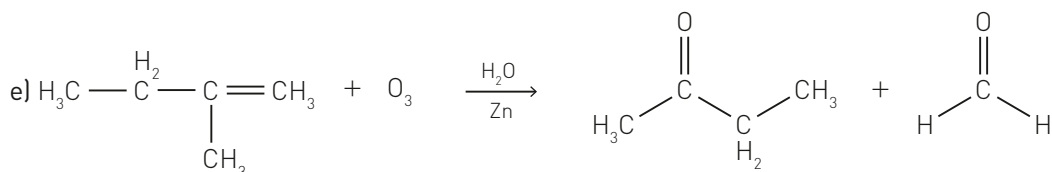
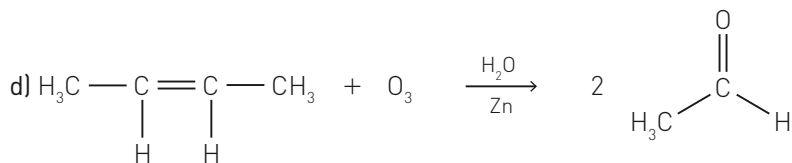
Como existe no colesterol uma liga\u00e7\u00e3o π , o composto pode sofrer rea\u00e7\u00f5es de adi\u00e7\u00e3o (com Br_2 , Cl_2 ou H_2) nas condi\u00e7\u00f5es adequadas. A liga\u00e7\u00e3o π permite as rea\u00e7\u00f5es de oxida\u00e7\u00e3o, como a oxida\u00e7\u00e3o branda e a ozon\u00f3lise.

14. Alternativa c.

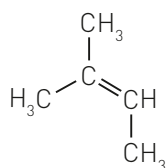


A oxida\u00e7\u00e3o en\u00e9rgica “quebra” a mol\u00e9cula de alqueno na regi\u00e3o da insatura\u00e7\u00e3o, transformando os carbonos terci\u00e1rios da insatura\u00e7\u00e3o em cetonas e os carbonos secund\u00e1rios em \u00e1cidos carbox\u00edlicos.





21. a) CH₂.



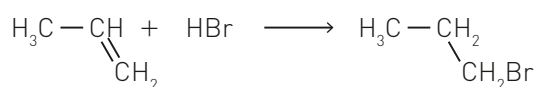
b) W = propanona;

$$\%C \text{ em T} = \frac{2 \text{ átomos C}}{8 \text{ átomos no total}} = 25\% \text{ em átomos}$$

Desafiando seus conhecimentos (p. 449)

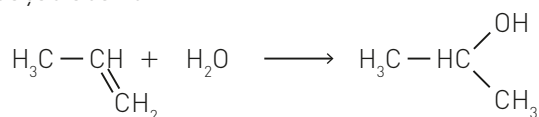
1. Alternativas corretas: 02, 08.

01) Falsa. Observe a equação abaixo:

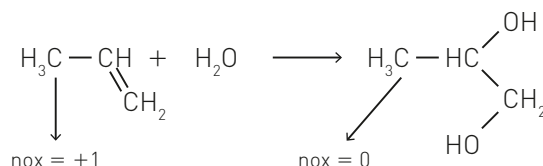


Nesse processo, o átomo de hidrogênio da molécula de ácido bromídrico foi adicionado ao carbono menos hidrogenado da insaturação, o que significa que a adição não segue a regra de Markovnikov.

02) Verdadeira. Observe a equação abaixo:

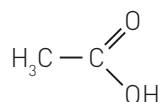


04) Falsa. Na equação abaixo observe o nox do átomo de carbono:



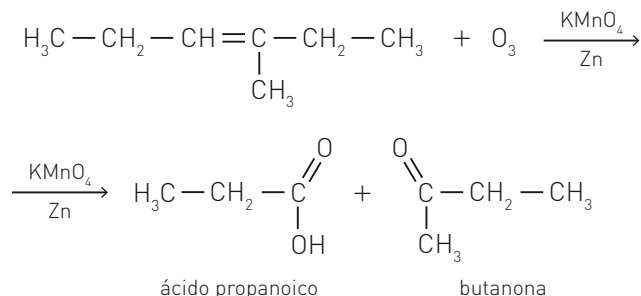
O átomo de carbono assinalado sofreu oxidação, identificada pelo aumento de nox.

08) Verdadeira. CO₂ é a fórmula do gás carbônico.



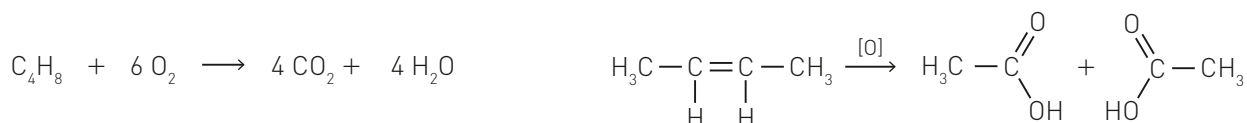
É a fórmula do ácido etanoico ou ácido acético.

2. Alternativa e.



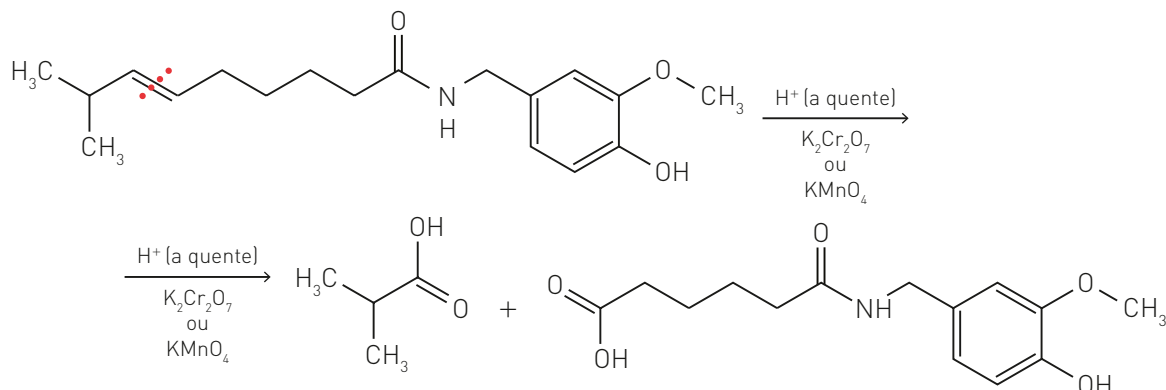
3. Alternativa d.

A formação de 4 mol de CO₂ a partir de 1 mol do alqueno indica que este possui 4 átomos de carbono na molécula. Como a oxidação enérgica só produz um tipo de ácido carboxílico, os carbonos da insaturação são secundários e a molécula é simétrica.



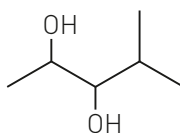
4. Alternativa b.

A oxidação energética ($K_2Cr_2O_7$ ou $KMnO_4$ em meio ácido e quente) da capsaicina tem como produto majoritário um composto contendo o grupo funcional ácido carboxílico.



5. Alternativa d.

A condição mencionada no enunciado refere-se à oxidação branda de alceno, em que o permanganato de potássio é o agente oxidante. Logo, haverá quebra da dupla-ligação e formação de um diol.

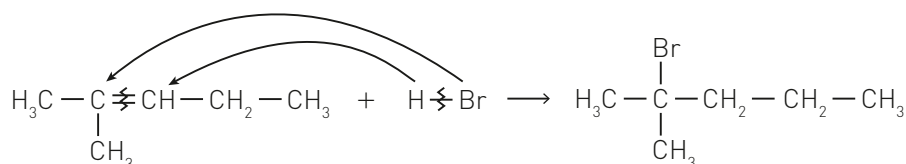


6. Alternativa e.

I. Verdadeira: 2-metilpent-2-eno nas novas regras de nomenclatura.

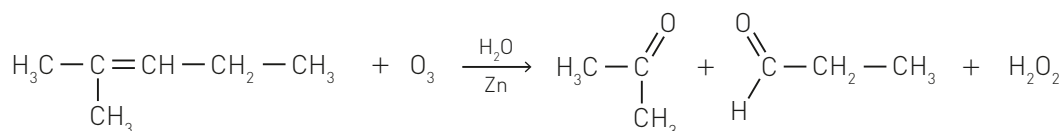
II. Verdadeira: podem sofrer reações de adição e oxidação, entre outras.

III. Verdadeira: segundo a regra de Markovnikov, o átomo de hidrogênio se liga ao carbono mais hidrogenado da ligação π .



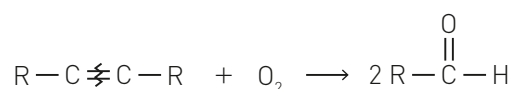
IV. Falsa: não admite isomeria geométrica.

V. Verdadeira.



7. Alternativa d.

8. a) A molécula de gordura será quebrada na insaturação e os carbonos secundários da insaturação serão oxidados, formando aldeídos:



b) Após a abertura da embalagem, o alimento passa a ter contato com o oxigênio presente no ar.

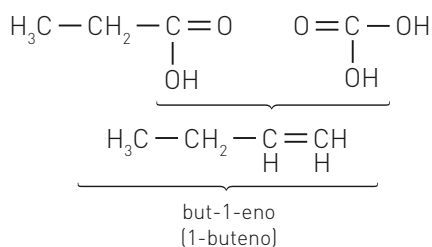
c) As baixas temperaturas desaceleram a reação de degradação do alimento.

9. Alternativa b.

I. Por decorar a solução de Br_2 , sabe-se que o composto pode sofrer reações de adição.

II. Por sofrer hidrogenação, sabe-se que o composto pode sofrer reações de adição.

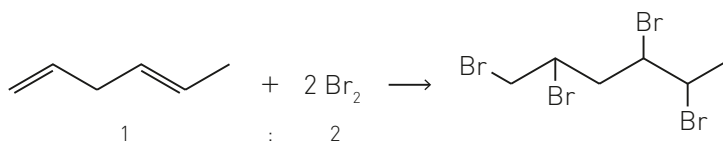
III. A oxidação enérgica leva à formação de ácido propiônico e dióxido de carbono. Este se deve à decomposição do ácido carbônico produzido na reação de oxidação:



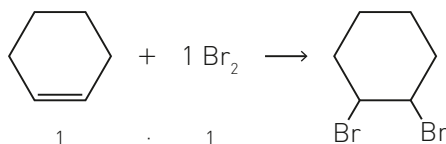
10. Alternativa b.

No primeiro experimento, os compostos isoméricos foram submetidos às seguintes reações de bromação.

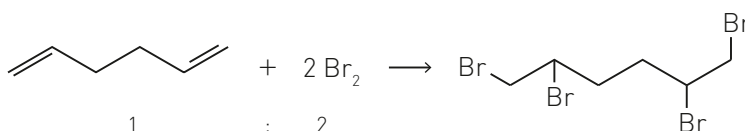
Composto I:



Composto II:



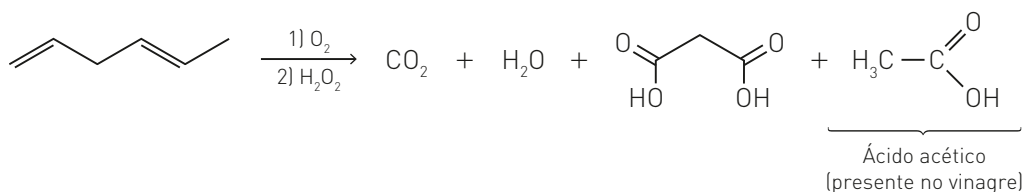
Composto III:



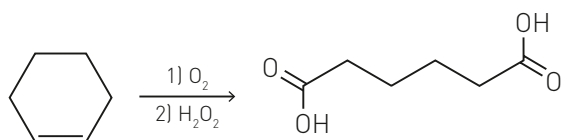
Como o composto II exige a metade das quantidades de Br_2 exigidas por amostras de mesma massa dos compostos I e III, temos que o composto II está no frasco Z, que consumiu metade do volume da solução de bromo consumida pelos demais frascos.

No segundo experimento, os compostos sofreram as seguintes reações.

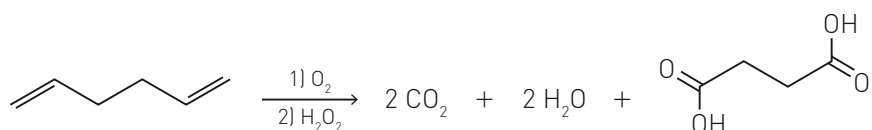
Composto I:



Composto II:



Composto III:



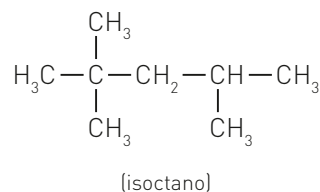
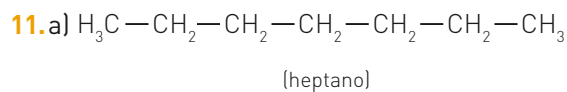
Dessa forma, o composto I se encontra no frasco X.

Portanto, temos:

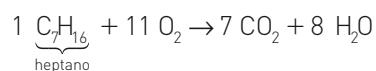
Composto I $\Rightarrow$ frasco X.

Composto II $\Rightarrow$ frasco Z.

Composto III $\Rightarrow$ frasco Y.

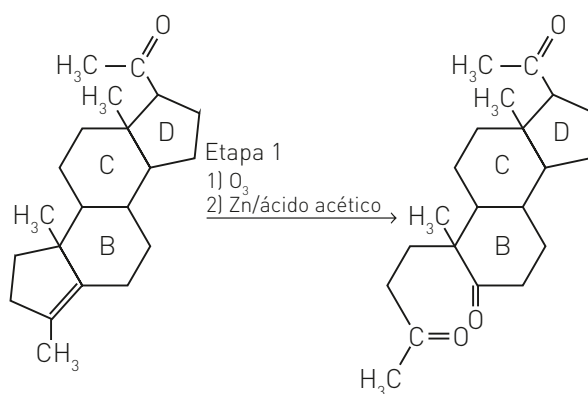


b) Equações químicas das combustões:

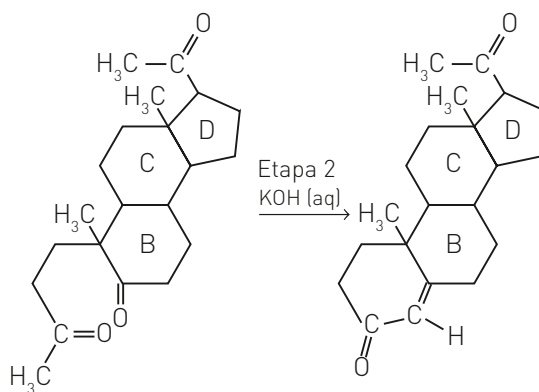


12. Alternativa e.

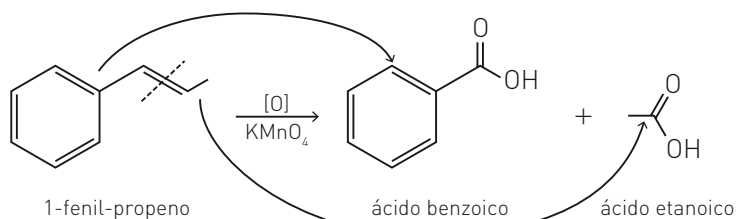
13.a) De acordo com a reação de ozonólise descrita no texto, teremos:



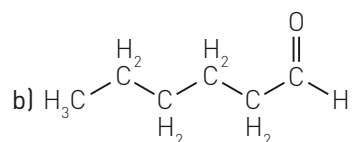
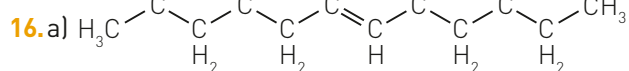
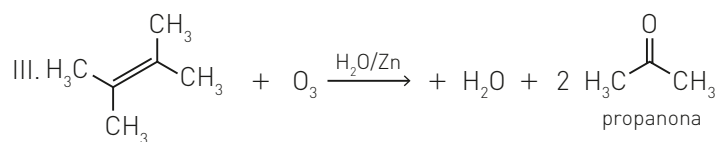
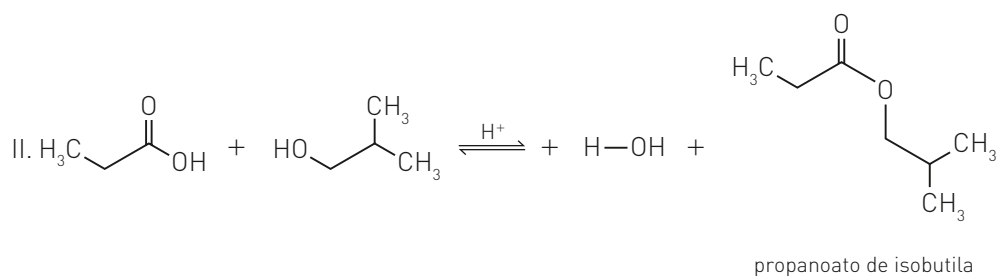
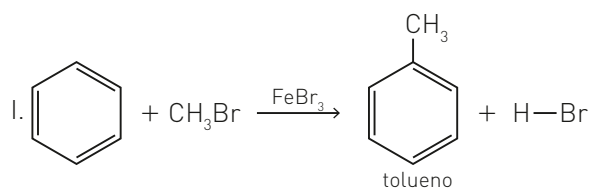
b) De acordo com a reação de condensação aldólica descrita no texto, teremos:



14. Alternativa a.



15. Alternativa b.



c) Massa molar do alceno I = 168 g/mol

Massa molar do alceno II = 100 g/mol

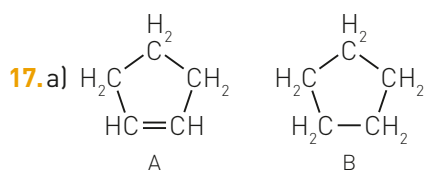
1 mol de alceno I — 2 mol de alceno II

168 g de alceno I — 200 g de alceno II

336 g de alceno I — x g de alceno II

$$x = \frac{200 \cdot 336}{168} \Rightarrow x = 400 \text{ g}$$

Supondo um rendimento de 50%, a massa formada é de 200 g.



b) Trata-se de uma reação de adição, no caso, uma hidrogenação.

Conexão

Sustentabilidade (p. 454)

O potencial da macaúba

O texto tem como foco o poder antioxidante de alguns temperos e ervas e a importância, para a indústria alimentícia, de contar com aditivos que possuam essa mesma ação. Como exemplificação, abordam-se estudos feitos com a macaúba, uma palmeira encontrada no Cerrado. Para despertar o interesse da classe pelo tema, questione os alunos sobre o que sabem acerca do potencial da flora da sua região. Tanto o texto como as questões que o seguem são boas oportunidades para promover interdisciplinaridade com as áreas de Biologia e Geografia.

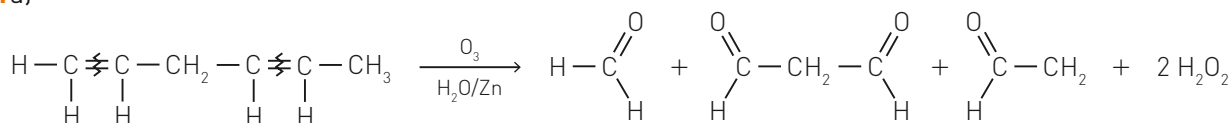
1. Professor, o termo “aculeata” vem de “acúleo”, que significa falso espinho. Distingue-se do espinho verdadeiro por ser mais superficial que

este, podendo ser facilmente destacado, uma vez que se insere no córtex. Um exemplo bem próximo dos alunos é a rosa, cujo caule na verdade possui acúleos, e não espinhos. Como o nome indica, a macaúba possui falsos espinhos, que dão nome à planta.

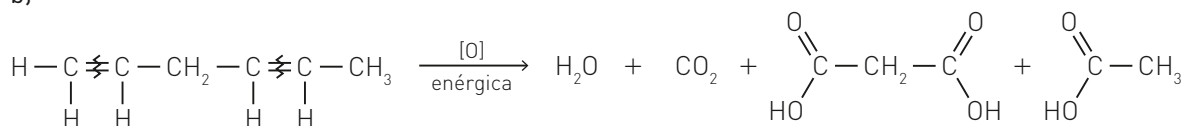
2. Professor, para a realização desse trabalho recomendamos dividir a sala em grupos, ficando cada um deles encarregado de estudar um bioma brasileiro (Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caa-tinga, Pampa e Pantanal). Você poderá pôr em evidência o resultado de um extrativismo não sustentável na Mata Atlântica, que foi fortemente intensificado a partir da chegada dos portugueses: o nome do nosso país vem de uma árvore hoje rara, mas que na época era abundante.

Complemento (p. 456)

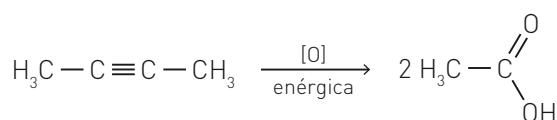
1.a)



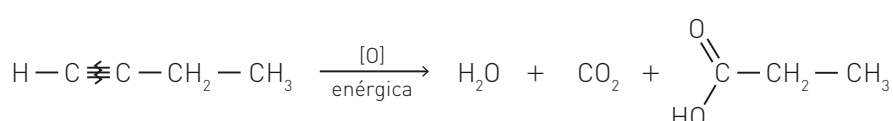
b)



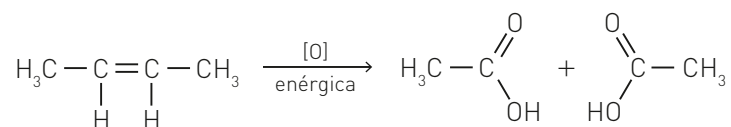
c)



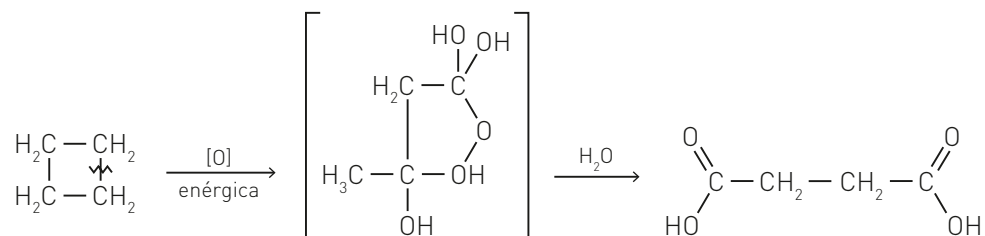
d)



2. O ácido etanoico é formado pela oxidação do but-2-eno (C_4H_8):

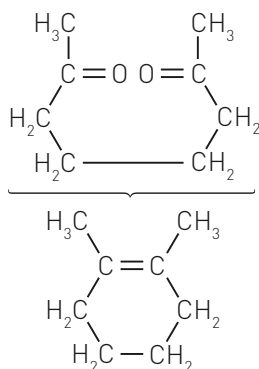


O ácido butanodioico é formado pela oxidação do ciclobutano (C_4H_8):



3. a) Octan-2,7-diona.

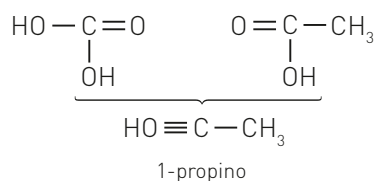
b) Para a formação de um único composto, com dois grupos carbonílicos, o composto de origem deve ser um cicloalqueno:



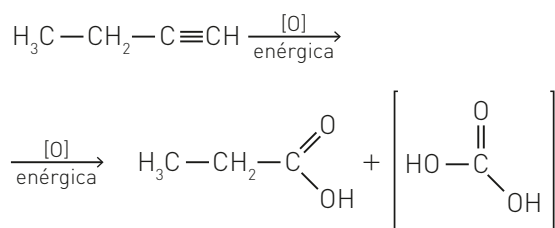
c) 1,2-dimetilciclo-hexeno.

4. Alternativa c.

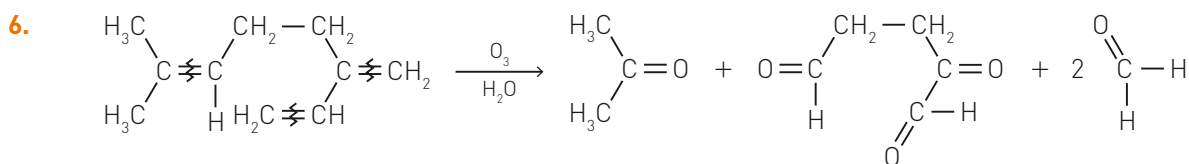
O anidrido carbônico é formado pela decomposição do ácido carbônico formado no processo de oxidação, o que indica a existência de um carbono primário na insaturação:



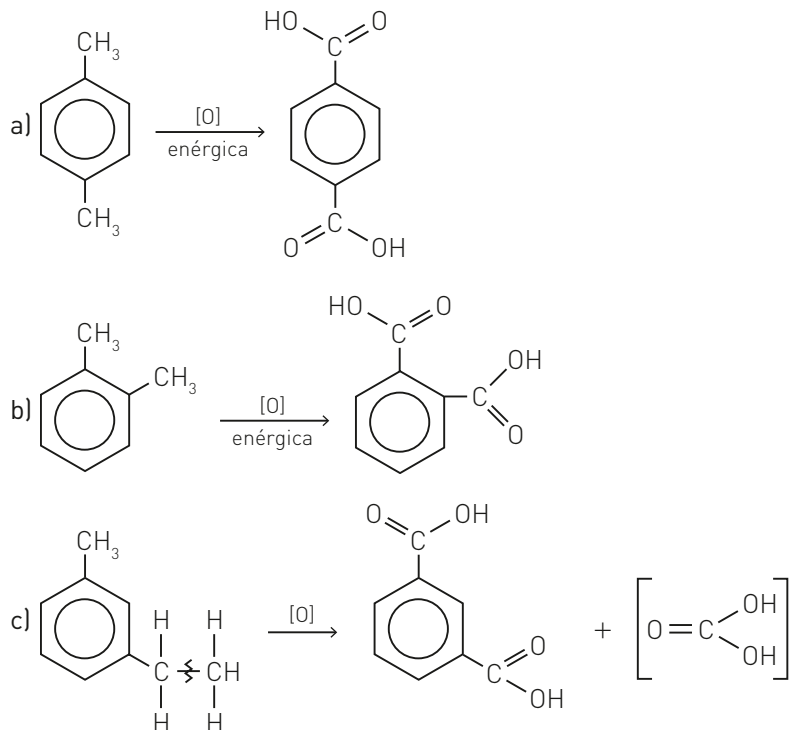
5. Alternativa d.



O ácido carbônico se decompõe em CO_2 e H_2O .



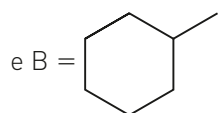
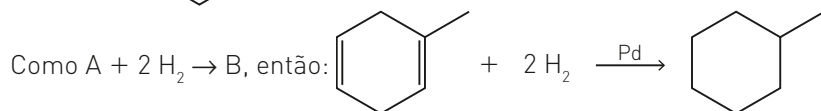
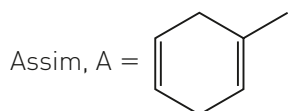
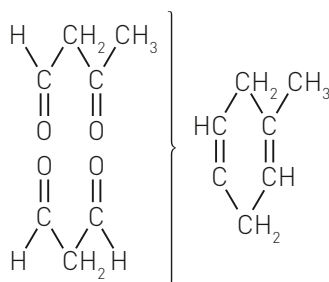
7. Conforme o esquema, os carbonos ligados ao anel aromático são oxidados e formam grupos carboxila.



8. Alternativa b.

Como a hidrogenação de A consome 2 mol de H_2 , A possui duas insaturações.

O composto de origem é:



Unidade 7 – Reações de outras funções orgânicas

Nesta unidade estudam-se as principais reações das funções oxigenadas e nitrogenadas, já apresentadas nas unidades 3 e 4.

Para retomar o estudo dessas funções, é feita uma introdução em que se mostram os usos de alguns compostos presentes no dia a dia dos alunos.

Optamos por agrupar as reações por função, e não por tipo, porque isso permite ao aluno rever seus conhecimentos e identificar as características químicas de cada função.

Sempre que possível, o professor deve relacionar as reações com as suas aplicações.

Objetivos da unidade

- Representar as reações orgânicas;
- diferenciar compostos orgânicos pelos tipos de reações que podem fazer;
- comparar a acidez dos ácidos e dos fenóis;
- relacionar a ação dos sabões com suas estruturas.

Ideias iniciais

A abertura desta unidade procura incentivar o aluno a relacionar o estudo de algumas reações químicas com situações ambientais, sociais e políticas. O Brasil tem papel de destaque no cenário mundial em relação à busca de fontes renováveis de energia e tem desenvolvido uma política diferenciada, aliando crescimento econômico com projetos de inclusão social.

Como sugestão para o professor ampliar a discussão com os alunos, pode-se utilizar alguns artigos indicados no Material de apoio desta unidade para os alunos lerem.

Como o tema se aproxima muito da realidade atual do país, a interdisciplinaridade trará reflexões mais amplas, podendo ser articulada com os professores de Geografia e de História.

Material de apoio

Apresentamos a seguir sugestões para a ampliação dos temas abordados na unidade e, eventualmente, para subsidiar as pesquisas que são solicitadas aos alunos. É altamente recomendável que, caso pretenda compartilhar essas sugestões com seus alunos, você tenha acesso prévio a elas, para avaliar sua ade-

quação, principalmente quando se tratar de conteúdo de endereços eletrônicos não exclusivamente educativos (como é o caso do YouTube). Endereços eletrônicos acessados em 26 jul. 2018.

Obs.: empresas comerciais eventualmente citadas somente para fins didáticos.

- Biodiesel movimenta R\$ 2 bilhões para agricultura familiar: <<http://portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=90699>>.
- Produção de biodiesel – Embrapa Agroenergia: <<http://www.youtube.com/watch?v=62G6NXsBa-o>>.
- Alertas de desmatamento na Amazônia verificados pelo Deter somam 175 km² em março e abril: <http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=3276>.
- Controle e prevenção do desmatamento – Projeto de monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite: <<http://www.mma.gov.br/florestas/controle-e-preven%C3%A7%C3%A3o-do-desmatamento>>.
- Biodiesel e inclusão social: a questão da geração de renda para agricultura familiar a partir da produção sustentável de oleaginosas: <<http://tcc.bu.ufsc.br/Economia292764>>.
- Espelho – Vidros Village (informações sobre a história do vidro): <http://www.vidrosvillage.com.br/produtos_espelhos.htm>.
- A Química dos alimentos – Conversando sobre ciências em Alagoas, Ufal: <http://www.usinaciencia.ufal.br/multimidia/livros-digitais-cadernos-tematicos/A_Quimica_dos_Alimentos.pdf>.
- Bromatologia em Saúde – Estudos e pesquisas dos alunos da disciplina Bromatologia em Saúde oferecida pela Faculdade de Farmácia da UFRJ: <http://bromatopesquisas-ufrj.blogspot.com.br/2011/06/controversia-da-gordura_12.html>.
- Síntese dos aminoácidos – Curso do Prof. H. Ulrich, Instituto de Química da USP: <<http://www2.iq.usp.br/docente/henning/sintese-de-aminoacidos.pdf>>.
- Aminoácidos e proteínas – Prof. Dr. L. A. Gallo, Esalq, USP: <<http://docentes.esalq.usp.br/luagallo/aminoacidos.html>>.

Objetivo do capítulo

- Identificar e representar as equações dos seguintes tipos de reações dos álcoois:
 - combustão;
 - oxidação;
 - desidratação;
 - esterificação.

Sugestões de abordagem

O professor pode apresentar alguns álcoois e a utilização deles como introdução, ressaltando as reações de combustão.

Mostrar que as combustões são reações de oxidação e, assim, introduzir as outras oxidações, sempre mostrando a variação de Nox dos carbonos envolvidos.

Conexão

Tecnologia (p. 460)

Brasil explora o álcool como substituto do petróleo

- O álcool provém de uma fonte renovável; quando adicionado à gasolina, diminui a quantidade de CO liberada para o meio; sua comercialização contribui positivamente para a balança comercial brasileira; a demanda de álcool barateia os custos do açúcar; o uso do álcool reduz a importação de petróleo; o Proálcool impulsionou avanços tecnológicos no Brasil.
- Durante o crescimento das plantas utilizadas para a produção do álcool, a quantidade de carbono absorvida é maior do que a produzida pela queima do álcool.

- Sim, pois o valor do litro do álcool não excede os 70% do preço da gasolina.

$$45 \text{ litros} \text{ ————— } \text{R\$ } 121,05$$

$$1 \text{ litro} \text{ ————— } x$$

$$x = \text{R\$ } 2,69$$

$$\text{R\$ } 2,69 \text{ ————— } 100\%$$

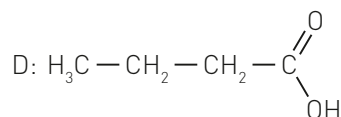
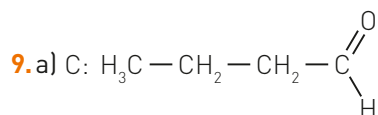
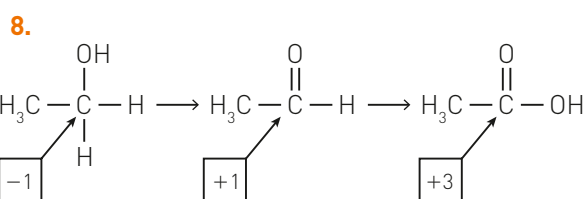
$$\text{R\$ } 1,59 \text{ ————— } y$$

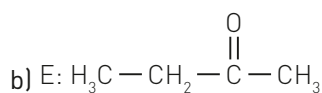
$$y = 59\%$$

- O preço do álcool pode variar em relação à distância entre a região produtora e as regiões consumidoras à época da safra.

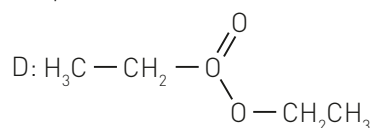
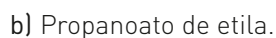
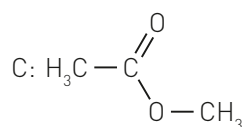
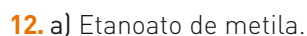
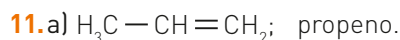
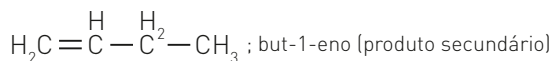
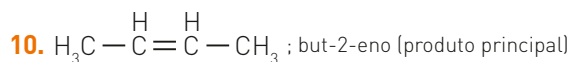
Fundamentando seus conhecimentos (p. 470)

- I. butan-2-ol
II. 2-metilpropan-2-ol
III. butan-1-ol
- $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O} + 6 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{CO}_2 + 5 \text{H}_2\text{O}$
Portanto, são formados 4 mol de CO_2 .
- Butan-1-ol.
- Butan-1-ol.
- 2-metilpropan-2-ol.
- Butan-2-ol.
- Butan-2-ol.

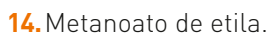
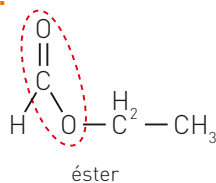




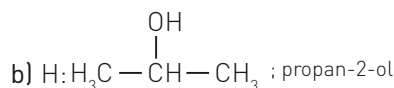
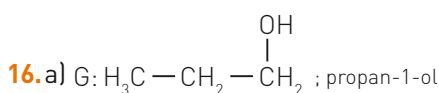
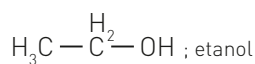
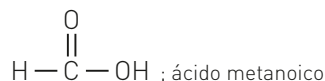
c) Não ocorre reação.



13.

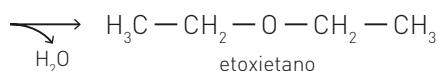
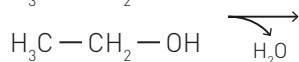
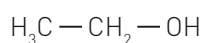
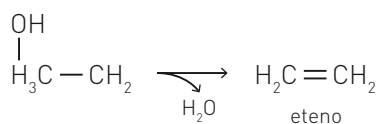


15.

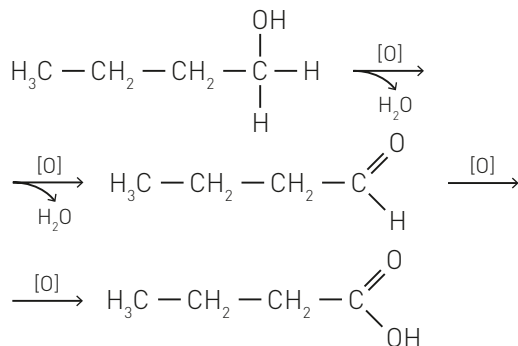


Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 471)

1. Alternativa b.



2.



3. Álcoois primários:

I. Pentan-1-ol.

IV. 3-metilbutan-1-ol.

VII. 2-metilbutan-1-ol.

VIII. 2,2-dimetilpropan-1-ol.

4. Álcoois secundários:

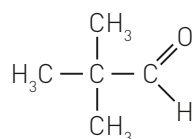
II. Pentan-2-ol.

III. Pentan-3-ol.

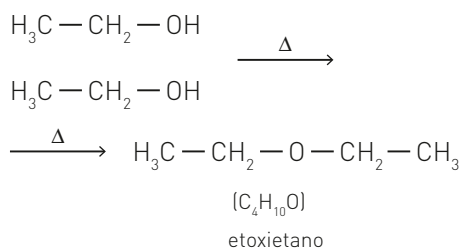
V. 3-metilbutan-2-ol.

5. 2-metilbutan-2-ol.

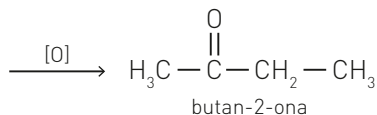
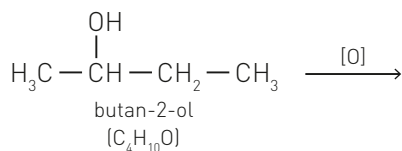
6. 2,2-dimetilpropanal



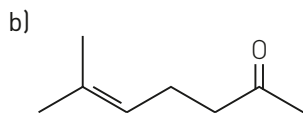
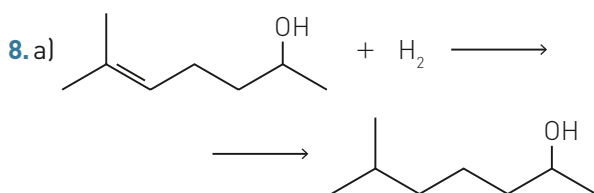
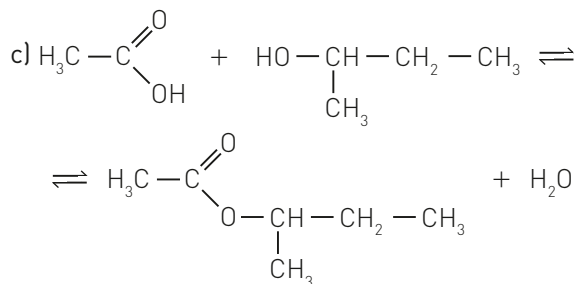
7. a) Frasco A:



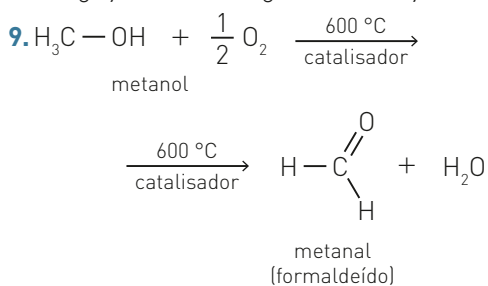
Frasco B:



b) A: etoxietano; B: butan-2-ol.



c) O sulcatol apresenta a maior temperatura de ebulição, pois suas moléculas interagem por ligações de hidrogênio (interações fortes).



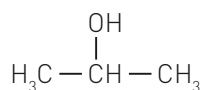
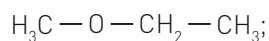
10.a) Propano-1,2,3-triol = glicerol.

b) Aldeído e álcool.

c) Oxidação.

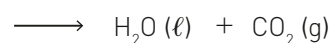
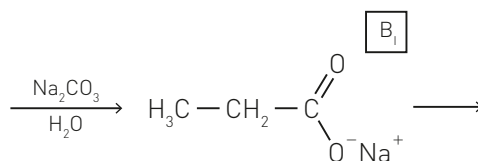
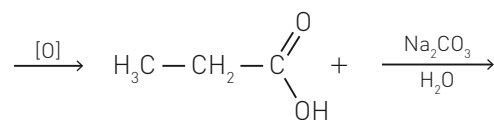
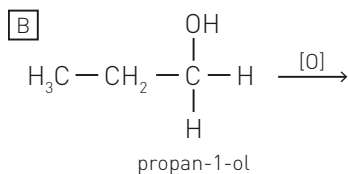
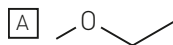
11. $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$

Possibilidades: éter ou álcool.

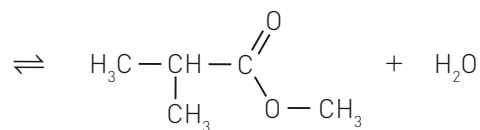
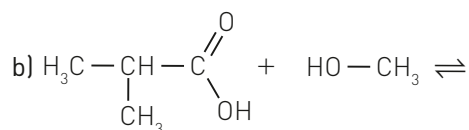
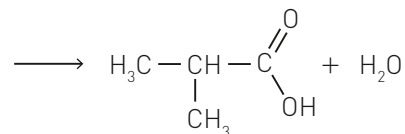
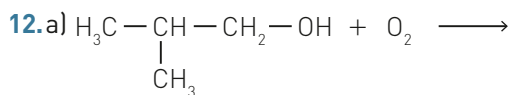
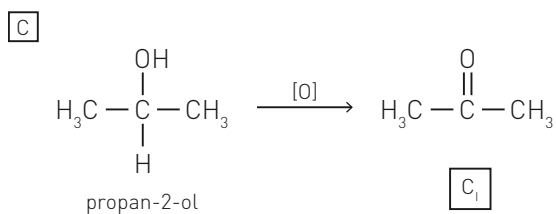


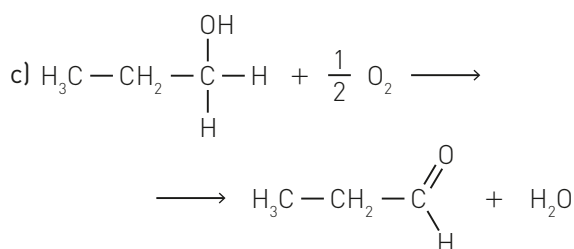
A não se oxida $\Rightarrow$ éter

B oxida e reage com bicarbonato $\Rightarrow$ $\begin{cases} \text{B}_I: \text{ácido} \\ \text{carboxílico} \\ \text{B}: \text{álcool primário} \end{cases}$



B_{II} B_{III}
gás carbônico

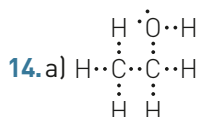
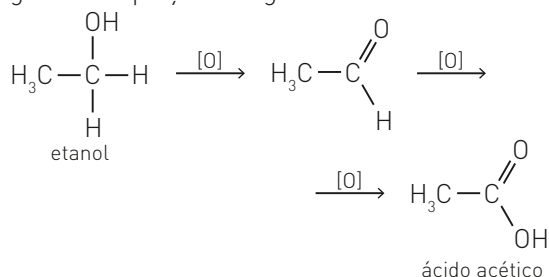




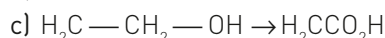
d) Todos interagem por ligações de hidrogênio, porém o metanol, por apresentar menor massa molar, é mais volátil.

13. Alternativa b.

A oxidação completa do etanol, o álcool do vinho, dá origem ao ácido etanoico (ácido acético), segundo a equação a seguir:



b) Etanol e ácido etanoico.



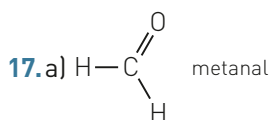
$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ mol} & \longrightarrow & 1 \text{ mol} \\ 44 \text{ g} & \longrightarrow & 60 \text{ g} \\ 80,5 \text{ g} & \longrightarrow & x \\ x & = & 105 \text{ g} \end{array}$$

15. Alternativa a.

As condições reacionais propostas promovem oxidação completa. Sendo assim, a hidroxila I (primária) produzirá ácido carboxílico, a hidroxila II (terciária) não será transformada e a hidroxila III (secundária) produzirá cetona.

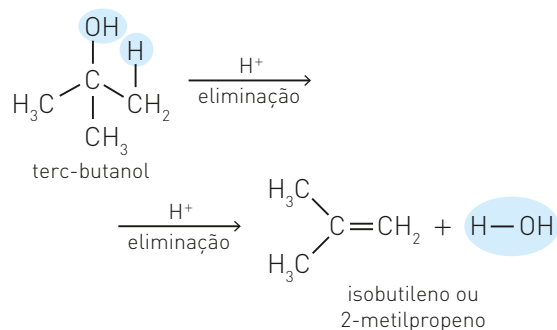
16. Alternativa b.

O terc-butanol (reagente), quando aquecido na presença de um catalisador ácido, por meio de uma reação de eliminação, produz o isobutileno (produto) cujo nome pela IUPAC é 2-metilpropeno.



b) O ácido metanoico (produto de oxidação total) apresentará uma temperatura de ebulição

superior. Isso é consequência da formação de ligações de hidrogênio entre essas moléculas.

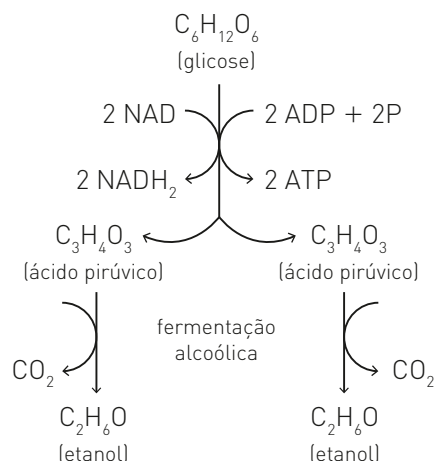


18. Alternativa a.

A hidratação do propeno leva à produção do álcool secundário propan-2-ol (2-propanol), cuja oxidação leva à formação da cetona propanona.

19. Alternativa b.

Esse processo químico de liberação de gás é causado pela fermentação alcoólica.



20. Alternativa c.

Os álcoois primários, quando expostos a um agente oxidante como dicromato de potássio ou permanganato de potássio, em meio ácido, podem sofrer oxidação a aldeído e finalmente a ácido carboxílico.

21. Alternativas corretas: 01 e 16.

01) Correta. A formação de acetaldeído ocorre por meio da oxidação do etanol, em que o número de oxidação do átomo de carbono aumenta de -1 para $+1$.

02) Incorreta. No processo de metabolização do etanol, o acetaldeído é um agente redutor, pois sofre oxidação, ou seja, o Nox do carbono do grupo funcional aumenta.

24.a) O composto A tem como produto de oxidação uma cetona, que é indicativa de álcoois secundários. Já o composto B tem como produto de oxidação um ácido carboxílico, indicativo de álcoois primários. Portanto, o composto A é o butan-2-ol, o composto B é o butan-1-ol e a isomeria que existe entre eles é a isomeria plana de posição.

b) A desidratação do butan-1-ol formará como único produto o but-1-eno.

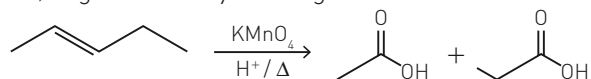
25. Existem três álcoois isômeros de fórmula molecular $C_5H_{12}O$ e com cadeia carbônica normal: pentan-1-ol, pentan-2-ol e pentan-3-ol. O único produto de desidratação do pentan-1-ol é o pent-1-eno.

O único produto de desidratação do pentan-3-ol é o pent-2-eno.

Os produtos de desidratação do pentan-2-ol são o pent-1-eno e o pent-2-eno, sendo que esse último, por ser mais substituído, é o produto majoritário. Portanto, o composto X é o pent-2-eno.

A isomeria existente entre os álcoois pentan-2-ol e pentan-3-ol é a isomeria plana de posição.

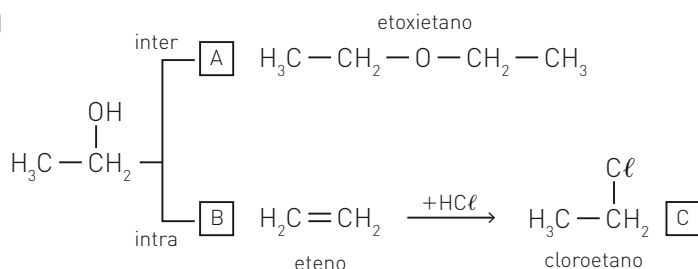
A oxidação completa do composto X produzirá uma mistura de ácido etanoico e ácido propanoico, segundo a reação a seguir:



A substância de maior caráter ácido é o ácido etanoico.

Desafiando seus conhecimentos (p. 476)

1.a)

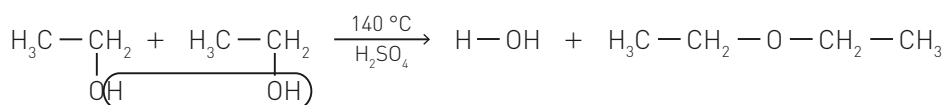


2. Alternativa d.

A partir das informações apresentadas, pode-se concluir que se trata de uma reação de desidratação, ou seja, em que ocorre eliminação de água.

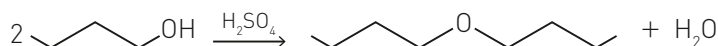
3. Alternativa e.

A reação de obtenção do etoxietano é a desidratação intermolecular do etanol na presença de ácido sulfúrico:

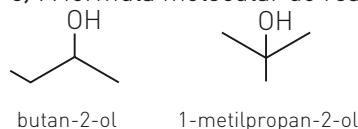


4.a) O nome do reagente é butan-1-ol.

b) A reação de desidratação intermolecular de álcoois origina éteres.

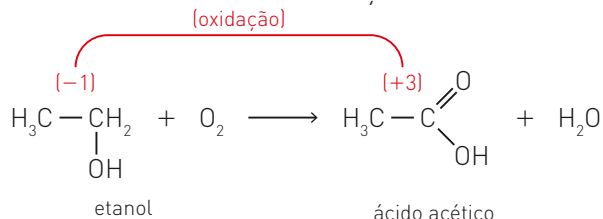


c) A fórmula molecular do reagente é $C_4H_{10}O$. Há dois possíveis isômeros:



5. Alternativa c.

I. Correta. O etanol sofre oxidação.



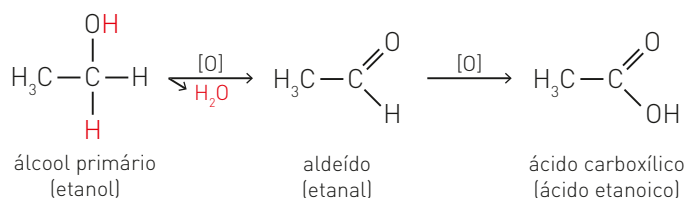
II. Incorreta. O Nox do carbono carboxílico do ácido acético é igual a +3.

III. Correta. O gás oxigênio (O_2) atua como agente oxidante (provoca oxidação do carbono do grupo funcional).

IV. Incorreta. O Nox do carbono que possui o grupo funcional no etanol é igual a -1.

6. Alternativa c.

A posição horizontal da garrafa dificulta a entrada de oxigênio na mesma, assim como o ambiente climatizado visa reduzir a velocidade de uma oxidação que o etanol presente no vinho possa sofrer, formando ácido acético.

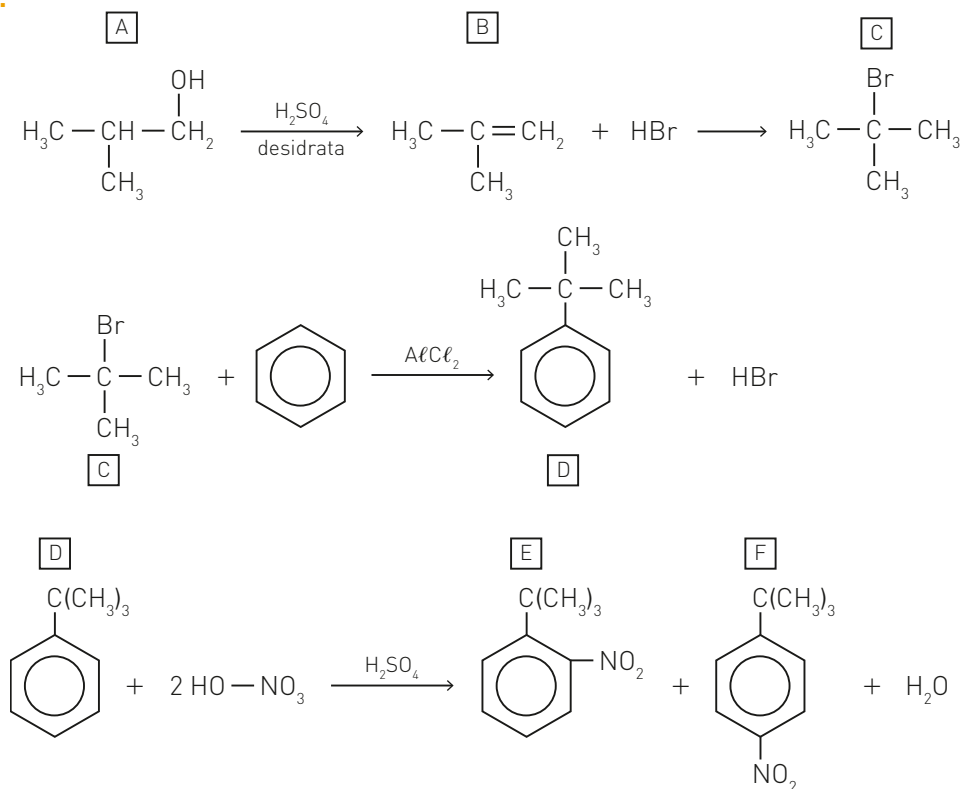


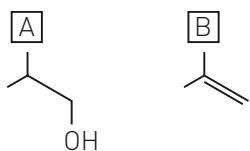
7. Alternativa a.

A primeira etapa é uma reação de substituição, uma vez que o grupo $-\text{Br}$ é substituído por um grupo $-\text{OH}$.

A segunda etapa é uma oxidação, uma vez que temos a oxidação de um álcool ($\text{C}_{\text{sat}}-\text{OH}$), transformando-se em um ácido carboxílico ($-\text{COOH}$).

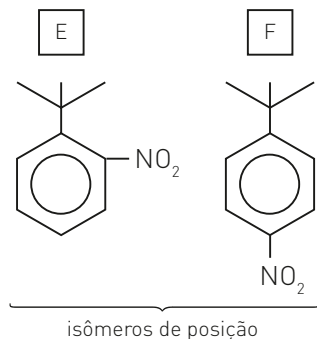
8.





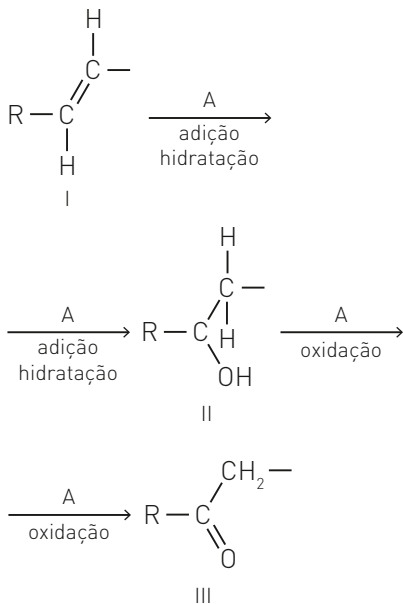
C: 2-bromo-2-metil-propano.
D: terc-butil-benzeno.

9.



10. Alternativa a.

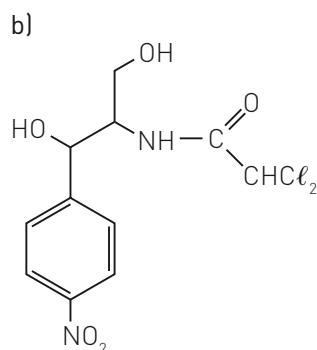
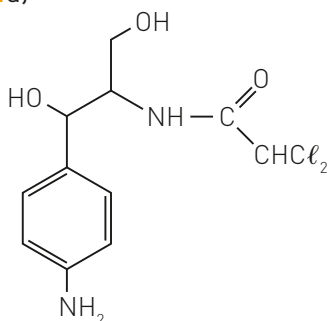
11. Alternativa d.



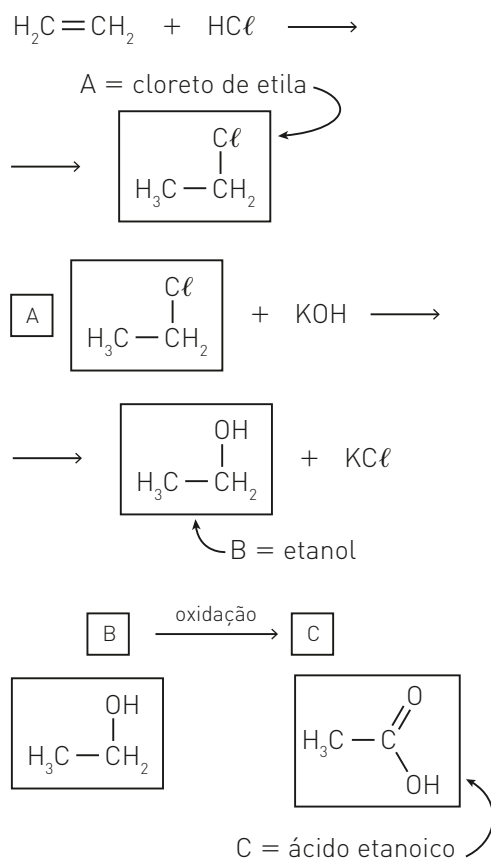
12. Alternativa d.

13. Alternativa c.

14. a)

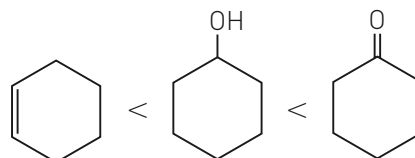


15. Alternativa a.



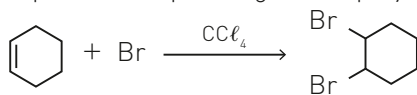
16. As substâncias mencionadas apresentam a seguinte ordem de ponto de ebulição:

T.E. crescente



Portanto, é possível inferir inicialmente que a substância X é o cicloexeno, a substância Y é o cicloexanol e a substância Z é a cicloexanona. A oxidação da substância Y produz a substância Z, corroborando a inferência inicial, pois trata-se

da oxidação de um álcool secundário a cetona. O descolorimento da solução de bromo ocorre por evidência da adição do bromo à dupla-ligação, representada pela seguinte equação:

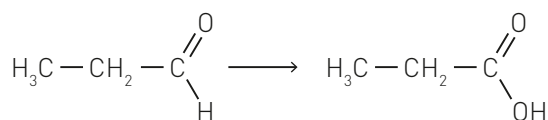


17. Propanal = 72,5%; propanona = 27,5%. Y tem interações intermoleculares por ligação de hidrogênio e maior massa molar.

☒ propanal $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$

0,40 g mistura $\xrightarrow[\text{produzindo}]{\text{oxidou}}$ 0,37 g Y

☐ foi proveniente da oxidação do propanal



$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol} \longrightarrow 1 \text{ mol} \\ 58 \text{ g} \longrightarrow 74 \text{ g} \\ x \longrightarrow 0,37 \text{ g} \end{array}$$

$$x = 0,29 \text{ g de propanol}$$

Logo, a massa de propanona é 0,11 g em 0,40 g. Assim:

$$\left. \begin{array}{l} 0,40 \text{ g} \longrightarrow 100\% \\ 0,29 \text{ g} \longrightarrow x \end{array} \right\} x = 72,5\% \text{ de propanal}$$

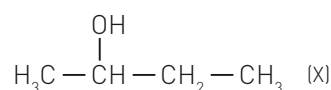
27,5% de propanona

Y é um ácido carboxílico que apresenta interações intermoleculares do tipo ligações de hidrogênio.

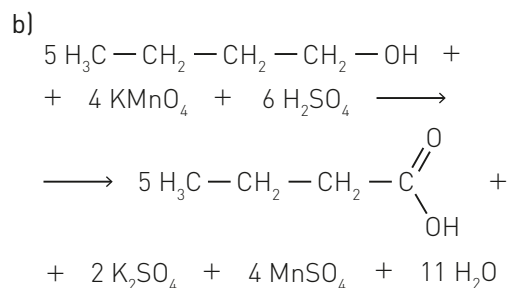
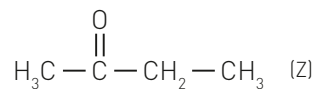
- 18.a) A: $\text{H}_3\text{C}-\text{COCH}_2\text{CH}_3$ (2-butanona)
B: $\text{H}_3\text{CHCOHCH}_2\text{CH}_3$ (2-butanol) ou C_4H_{10} (butano).

- b) Quando o produto em B for o álcool (2-butanol), formará uma mistura racêmica. Os enantiômeros desviam a luz polarizada em valores idênticos, porém, em sentidos opostos. Quando o produto em B for o alcano (butano), e como o butano não apresenta centro estereogênico/carbono quiral, não ocorrerá o desvio da luz polarizada.

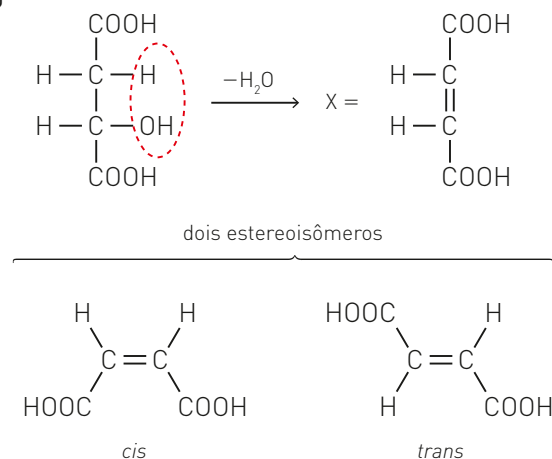
- 19.a) O álcool X é um isômero de posição do 1-butanol e deve ser um álcool secundário, pois sofre oxidação, originando um composto Z. Assim, conclui-se que o álcool deve ser o 2-butanol.



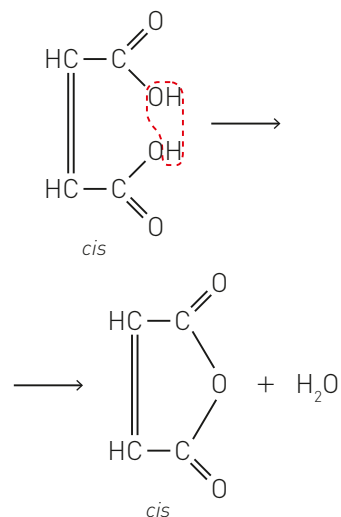
E o produto de sua oxidação é a 2-butanona:



20.a)



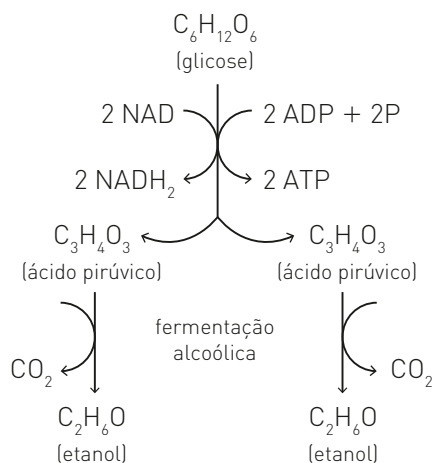
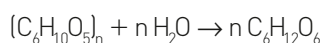
- b) Somente o isômero cis, pois as carboxilas estão próximas, facilitando a desidratação intramolecular.



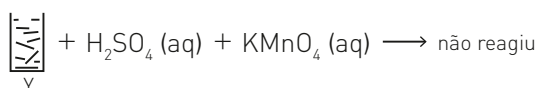
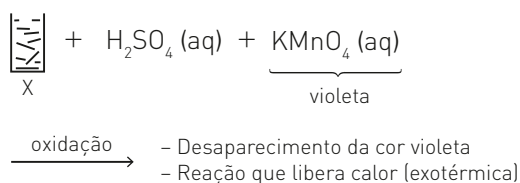
21. Alternativa d.

O amido $[(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n]$ presente no milho sofre hidrólise formando carboidratos $(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)$ que

fermentam na presença de leveduras produzindo gás carbônico (CO_2), etanol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) e água (H_2O).

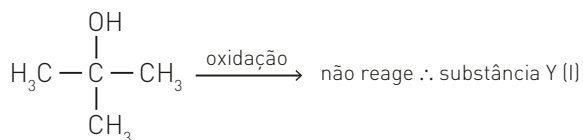


22. Alternativa a. Teste 1



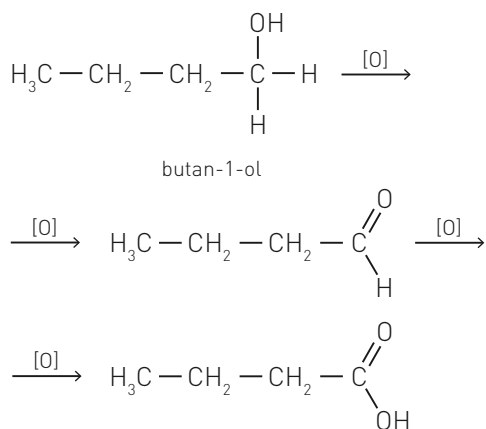
Substâncias

I.

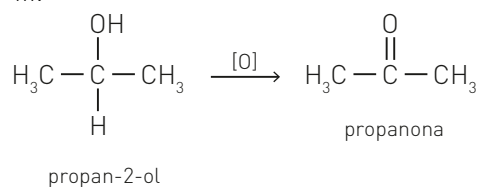


2-metilpropan-2-ol

II.

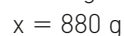
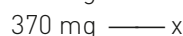
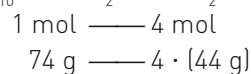
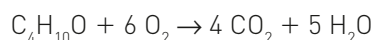
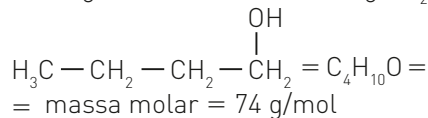
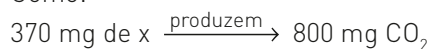


III.



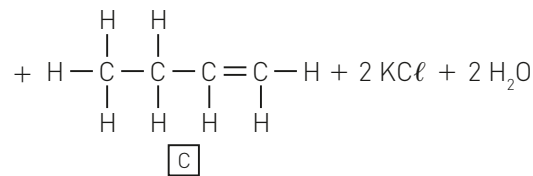
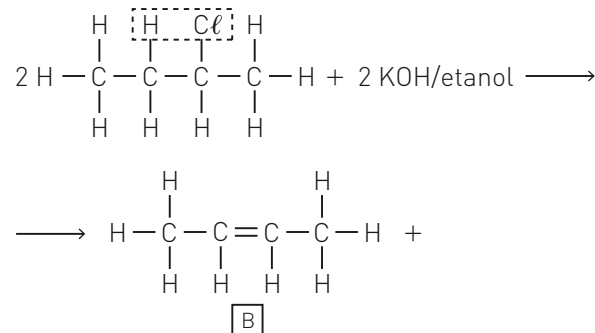
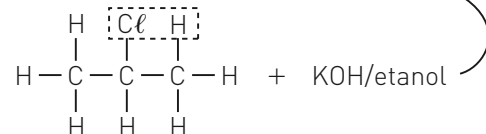
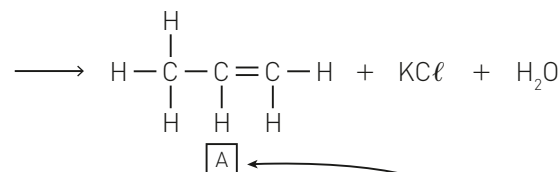
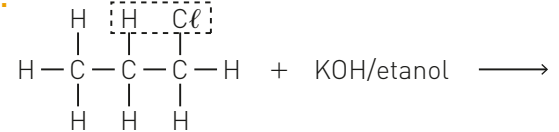
Pela oxidação, a substância X pode ser II ou III, pois as duas sofrem oxidação.

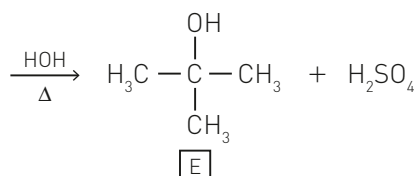
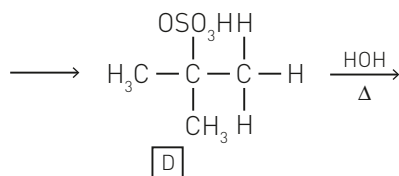
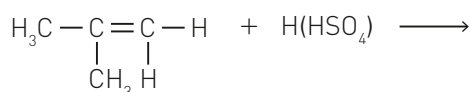
Como:



Logo, podemos concluir que X é o butan-1-ol (II).

23.





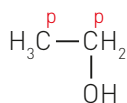
24. Alternativa d.

25. Alternativa b.

Somente os álcoois primários são oxidados a ácidos carboxílicos. Caso do composto I (álcool primário) grupo OH^- ligado a carbono primário.

26. Alternativa b.

a) Incorreta. A cadeia carbônica do etanol é constituída por dois carbonos primários (carbonos ligados a um átomo de carbono).



b) Correta. $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}} \text{ (etanal)}$

c) Incorreta. O etanal é um composto orgânico que apresenta um grupo carbonila.

d) Incorreta. A oxidação parcial do etanol indica que um dos átomos de carbono da estrutura do álcool apresentou aumento de Nox.

e) Incorreta. O etanol e o etanal não são compostos isômeros, pois suas fórmulas moleculares são diferentes.

27. Alternativas corretas: 01, 02 e 16.

[01] Correta. Na reação em questão, o dicromato de potássio atua como agente oxidante do etanol.

[02] Correta. O etanol, álcool primário, é oxidado a ácido carboxílico (no caso, trata-se do ácido etanoico).

[04] Incorreta. Ocorre a oxidação do etanol a ácido etanoico.

[08] Incorreta. O produto orgânico é um ácido carboxílico.

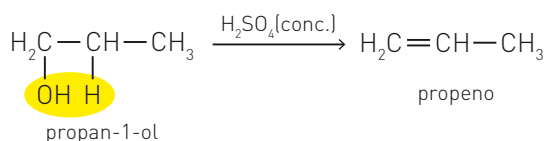
[16] Correta. A reação ocorre com o consumo de ácido sulfúrico, que torna o meio cada vez menos ácido conforme progride (aumenta o pH).

[32] Incorreta. O dicromato de potássio é agente oxidante, pois seus átomos de Cr(VI) serão reduzidos a Cr(III).

28. Alternativa a.

I. Correta.

A desidratação intramolecular do propano-1-ol forma o propeno.



II. Correta.

Em ambas as desidratações, o ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado age como agente desidratante.

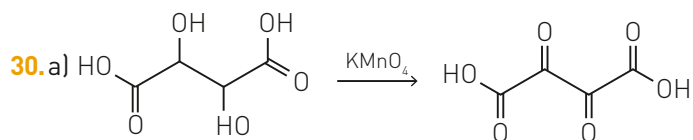
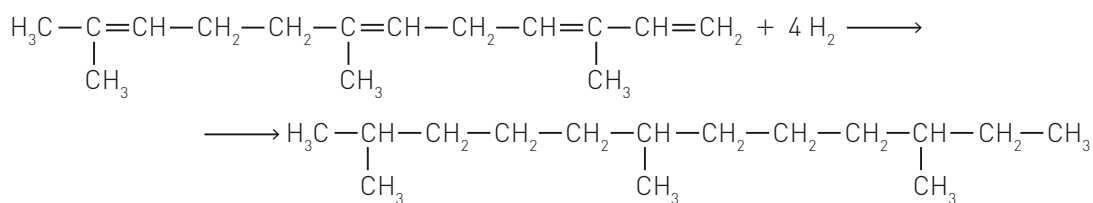
III. Incorreta.

A reação de formação do alceno apresenta $\Delta H > 0$ (endotérmica), logo é favorecida por temperaturas mais elevadas.

A reação de desidratação intermolecular apresenta $\Delta H < 0$ (exotérmica), logo é favorecida por temperaturas mais baixas.

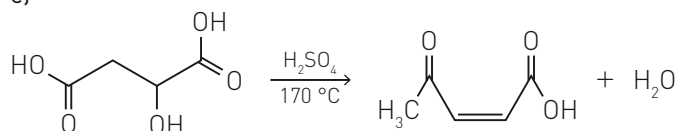
29. Alternativa b.

O processo A, usado em conjunto com o processo tradicional, permite maior produção de etanol por hectare cultivado, pois o bagaço de cana, além de ser transformado em etanol durante o processo de fermentação, é mais barato do que o caldo de cana. Além disso, o produto da hidrogenação do farneseno é um hidrocarboneto que pode ser utilizado como combustível (*diesel* de cana).

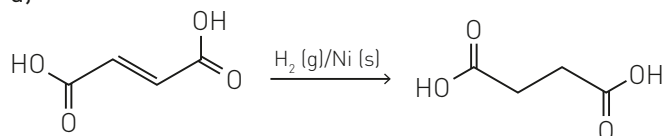


b) Isomeria geométrica: ácido fumárico.
Isomeria óptica: ácidos málico e tartárico.

c)



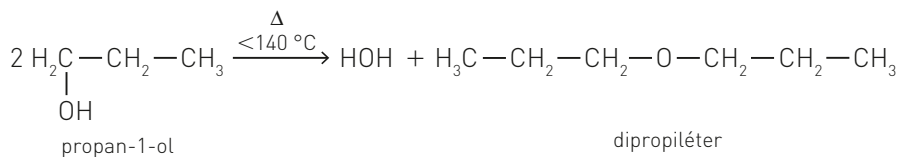
d)



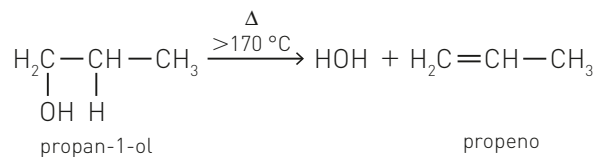
31. Desidratação:

Reator	Temperatura (°C)	Produto orgânico
A	< 140 (Desidratação intermolecular)	X = Dipropiléter
B	> 170 (Desidratação intramolecular)	Y = Propeno

Reator A:

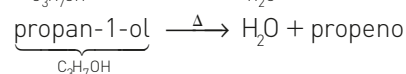


Reator B:



Cálculo da concentração inicial de propan-1-ol, considerando o reator B [36 g/L de água formada]:

$M_{\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}} = 60 \text{ g/mol}$; $M_{\text{H}_2\text{O}} = 18 \text{ g/mol}$.



60 g ——— 18 g

$m_{\text{propan-1-ol}}$ ——— 36 g

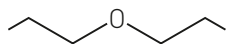
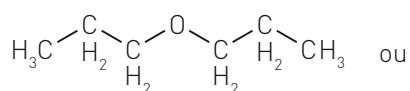
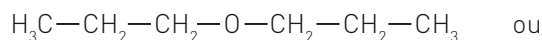
$m_{\text{propan-1-ol}} = 120 \text{ g}$

Em 1 L: $[\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}] = 120 \text{ g/L}$

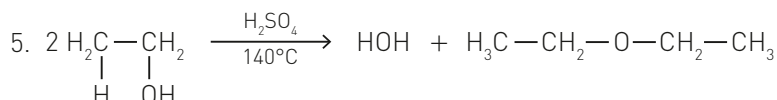
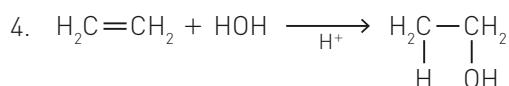
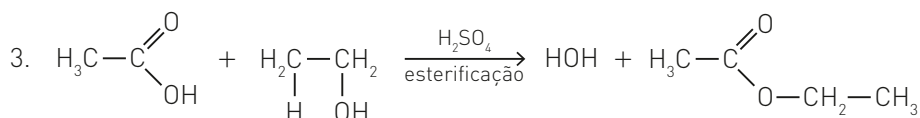
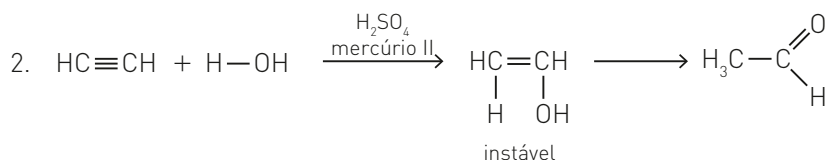
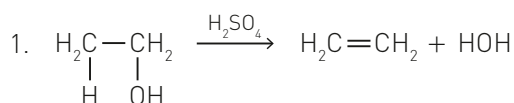
Produto Y: propeno.

Classificação da reação: desidratação intramolecular ou eliminação.

Fórmula estrutural do produto X:



32. Alternativa c.

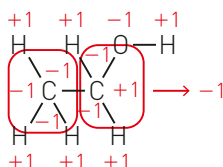


33. F - V - V - F.

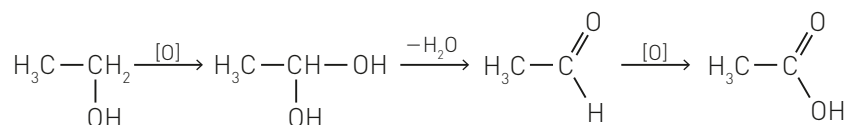
A substância contida no frasco X é um hidrocarboneto cuja combustão, quando analisada, fornece a fórmula C_6H_{14} . Uma vez que obedece à regra $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, trata-se de um alcano. A substância contida no frasco Y pode ser um álcool primário ou um aldeído. As substâncias X e Z são apolares, pois se dissolvem na gasolina, porém não há informações que permitam dizer que X é idêntica a Z.

34. Alternativas corretas: 02, 04 e 16.

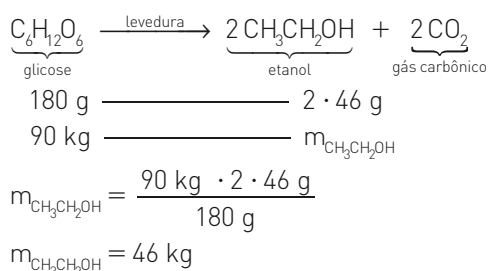
[01] Incorreta. Na molécula do etanol, o número de oxidação do carbono ligado à hidroxila é -1 .



[02] Correta. Na presença de agente oxidante e em meio reacional adequado, o etanol pode ser oxidado a ácido acético.



[04] Correta. Considerando uma reação com 100% de rendimento, a fermentação de 90 kg de glicose produz 46 kg de etanol.



[08] Incorreta. O gás carbônico (CO_2) é um óxido ácido e, por isso, é muito utilizado na indústria de bebidas gaseificadas ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$).

[16] Correta. O etanol pode ser considerado um biocombustível, desde que seja obtido a partir de fontes renováveis como cana-de-açúcar, beterraba, etc.

[32] Incorreta. A molécula do etanol obtida a partir da biomassa ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) é idêntica à molécula de etanol obtida a partir de fontes fósseis ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$).

Atividade prática – Preparando vinho (p. 485)

1. Frutose e glicose; $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

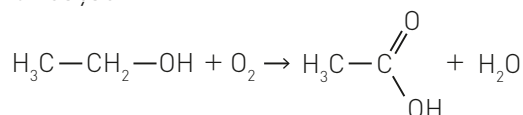
2. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2$

3. Escape de CO_2 .

4. Evitar a entrada de O_2 .

5. Oxidaria o álcool.

6. Oxidação.



Capítulo 21 Aldeídos e cetonas

Objetivos do capítulo

- Identificar e representar as equações das seguintes reações:
 - oxidação de aldeídos;
 - redução de aldeídos e cetonas;
 - adição de HN a aldeídos e cetonas.
- Diferenciar aldeídos de cetonas por meio de uma reação de oxidação.

Sugestões de abordagem

O professor pode realizar a atividade prática do capítulo, pois é um experimento rápido e de fácil execução. Com isso, estabelece uma diferença entre aldeídos e cetonas, enfatizando as reações de oxidação e redução.

Apresentar as reações de adição de HCN .

Algo a mais

Com a finalidade de ilustrar a aula, apresentamos a seguir algumas características dos aldeídos e das cetonas citadas no texto.

Benzaldeído

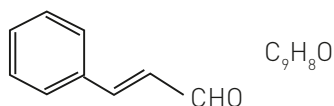
O aroma característico de amêndoas e de cerejas deve-se principalmente a esse aldeído e ao HCN que, em concentrações baixas, não apresenta perigo.

Na antiga Roma, produzia-se um veneno pelo esmagamento de caroços de pêssego. O agente ativo do veneno é a amigdalina, cuja fórmula molecular pode ser representada por:



No organismo, a enzima emulsina quebra essa molécula, produzindo duas moléculas de glicose, uma de benzaldeído e uma de HCN .

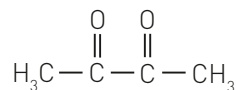
Óleo de canela ou cinamaldeído



É obtido pela destilação da casca da canela (*Cinnamomum zeylanicum*). A casca interna da árvore produz a canela, industrializada em pó e em pedaços.

Esse aldeído tem ação carminativa, ou seja, pode liberar gases formados no nosso organismo durante a digestão: CH_4 , H_2S , etc. A liberação dos gases pode ocorrer na forma de arroto ou de flatos.

Butanodiona



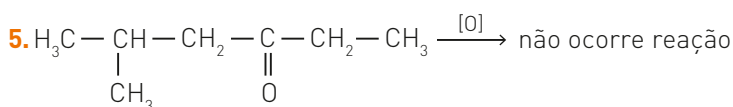
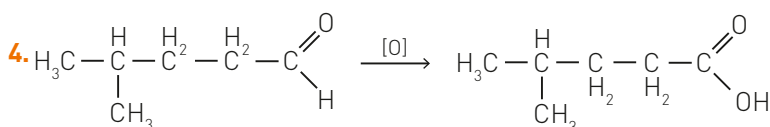
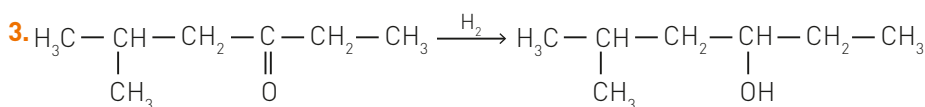
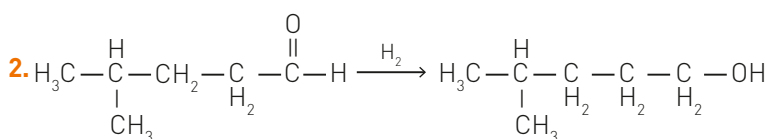
Além de dar à manteiga sabor e cheiro característicos, pode ser encontrada na transpiração humana, nas axilas e nos pés se não forem lavados por algum tempo.

Algumas bactérias da pele se alimentam de diversos compostos presentes no suor, excretando compostos de cheiro acentuado, como a butanodiona. Um bom desodorante não deve se limitar a encobrir ou mascarar o cheiro do suor; ele precisa destruir as bactérias.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 493)

1. I. 4-metilpentanal

II. 5-metil-hexan-3-ona

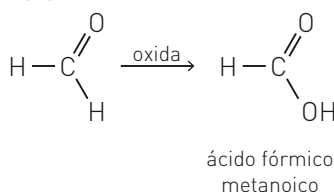


6. I.

7. Não, pois não possuem a mesma fórmula molecular.

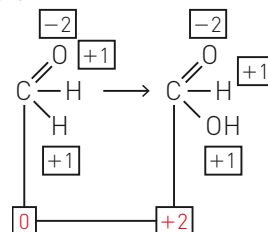
Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 493)

1. Alternativa d.



Ácido fórmico ou ácido metanoico

2. Alternativa d.



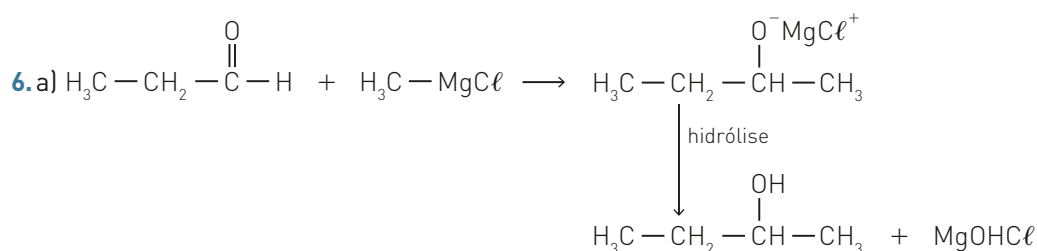
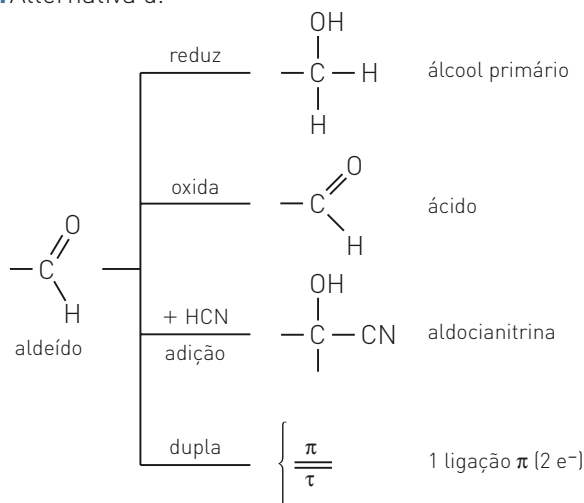
3. Alternativa b.

Trata-se de uma reação de adição ou síntese (combinação de reagentes sem formação de subprodutos).

4. Alternativa c.

Uma vez que é capaz de reduzir o nitrato de prata amoniacal, trata-se de um aldeído.

5. Alternativa d.



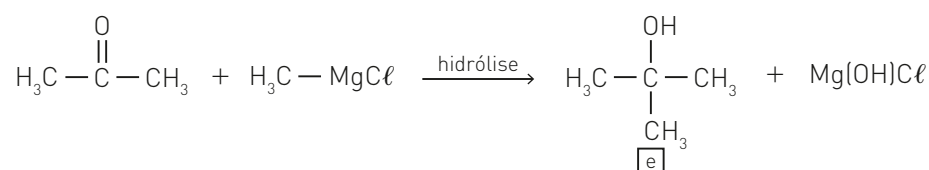
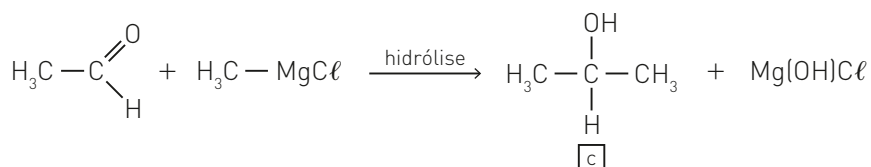
b) A substância A é o 2-butanol, um álcool secundário de cadeia aberta.

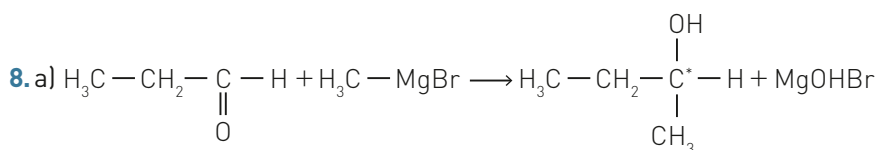
7. Alternativas b, c, e.

Metanal + Grignard $\rightarrow$ álcool primário.

Outro aldeído + Grignard $\rightarrow$ álcool secundário.

Cetona + Grignard $\rightarrow$ álcool terciário.

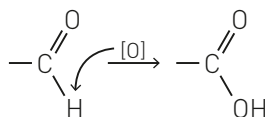




b) $\text{C}^*_{\text{quiral}}$ (quatro ligantes diferentes)

9. Alternativa c.

A reação em que um ácido carboxílico é formado a partir de um aldeído é uma reação de oxidação:



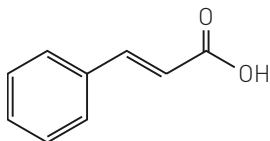
10. Alternativa b.

A carbonila terminal da glicose (aldeído) é oxidada a carboxila (ácido carboxílico), enquanto o ferro é reduzido de +3 para +2.

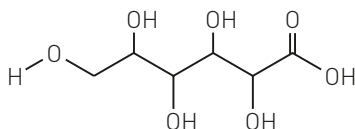
11. Alternativa e.

Desafiando seus conhecimentos (p. 495)

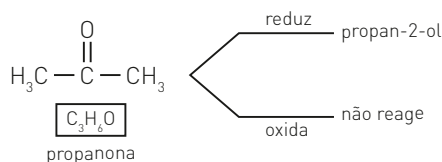
1. A molécula apresentada pertence à função aldeído. Com a oxidação do grupo carbonila desta molécula, teremos a formação da seguinte substância:



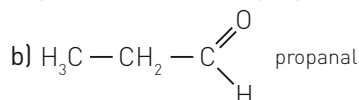
2. A fórmula estrutural do produto formado a partir da oxidação da glicose é:



3. Alternativa d.



- 4.a) O aldeído que provoca o maior deslocamento, graças à presença de grupos eletronegativos (retiradores de elétrons) na sua estrutura, é o 2,2-dicloropropanal. Além dessa molécula, há mais dois isômeros de posição: 2,3-dicloropropanal e 3,3-dicloropropanal

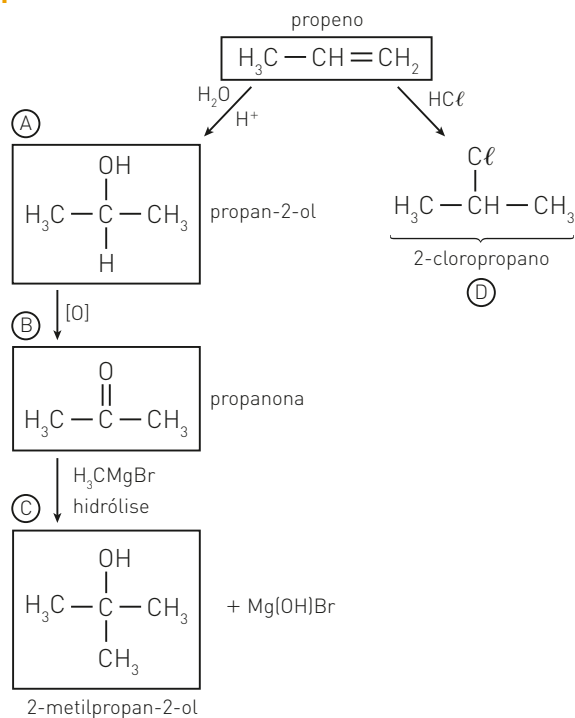


Este composto apresenta interações intermoleculares mais fracas.

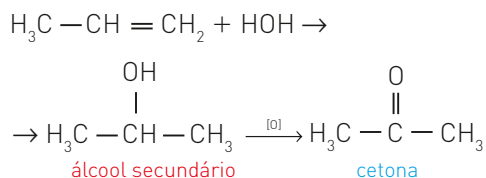
5. Alternativa c.

I, II e III são cetonas $\rightarrow$ não se oxidam
 I e II insaturadas $\rightarrow$ na redução produzem álcool secundário
 III saturada
 I. 4,6-dimetiloct-3-en-3-ona.
 II. 4,6-dimetildec-3-en-3-ona.
 III. 4-metildec-3-ona.

- 6.



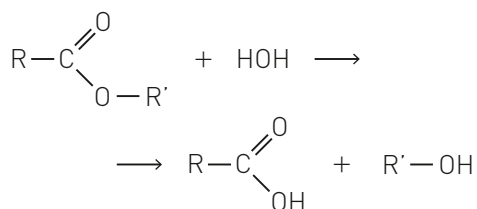
7. Alternativa e.



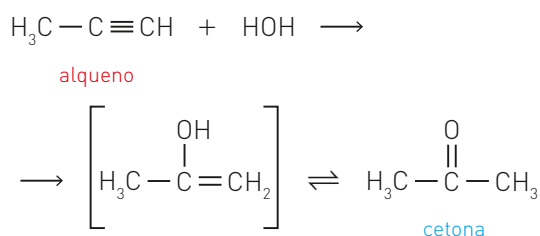
I. Falso.

II. Verdadeiro.

III. Falso.



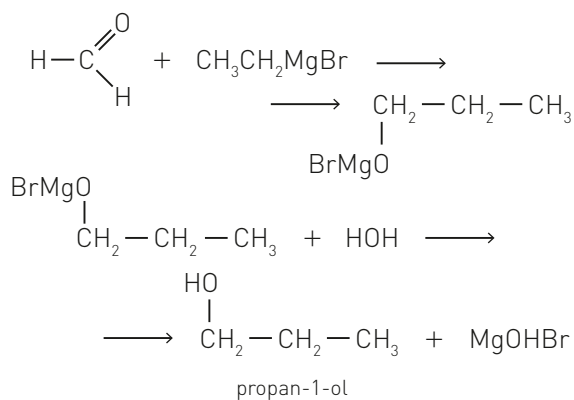
IV. Verdadeiro.



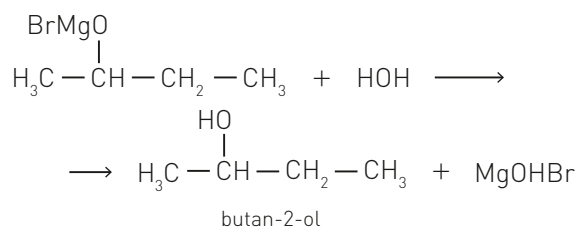
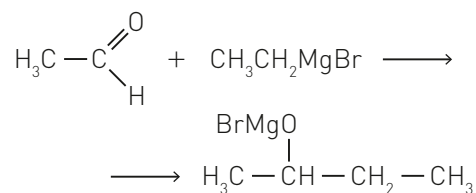
A:	B:
C:	D:

9. Alternativa b.

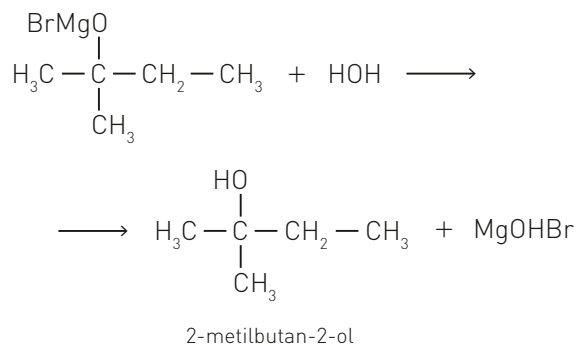
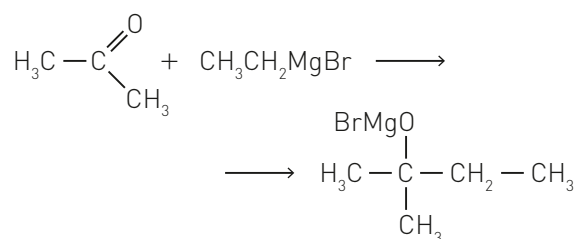
I. Brometo de etil magnésio e formaldeído:



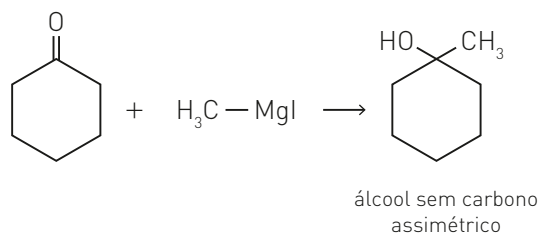
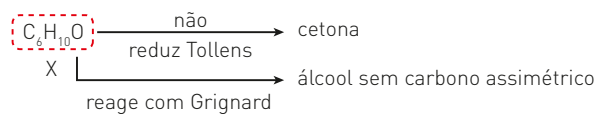
II. Brometo de etil magnésio e acetaldeído:



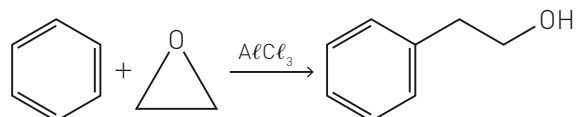
III. Brometo de etil magnésio e cetona:



10. Alternativa a.



11.



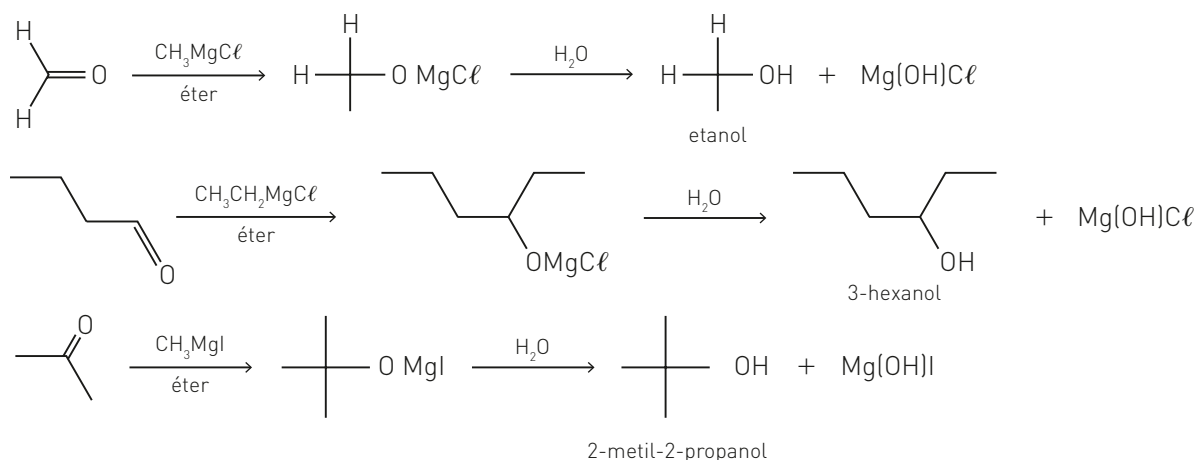
12. 

Etanal, acetaldeído ou aldeído acético.

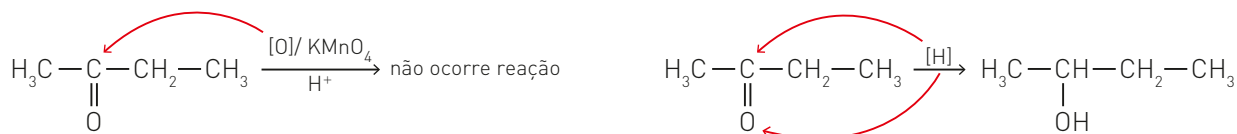
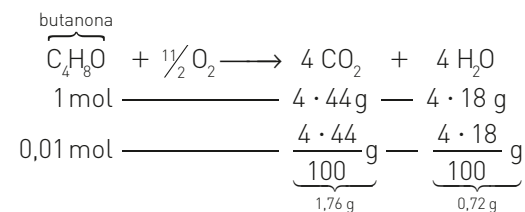
13.

	Possibilidade 1	Possibilidade 2
Composto carbonílico	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}\begin{array}{c} \parallel \\ \text{O} \end{array}\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	
Reagente de Grignard	CH_3MgBr	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{MgBr}$
Haleto de alquila	CH_3Br	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$

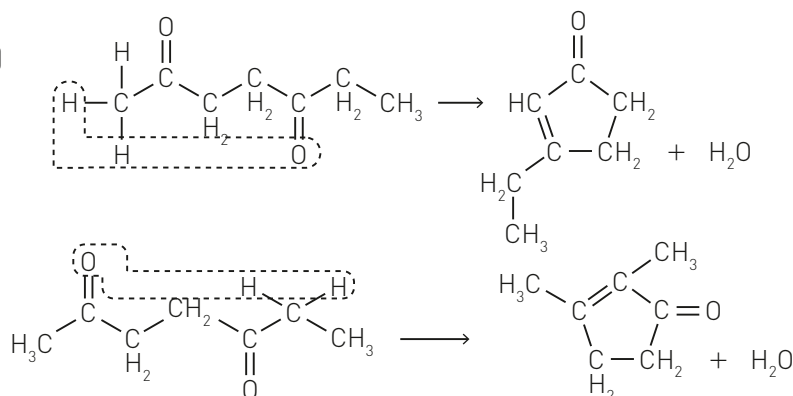
14. Alternativas corretas: 02 e 04.

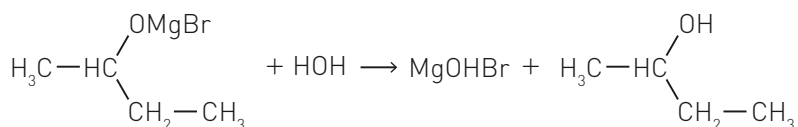
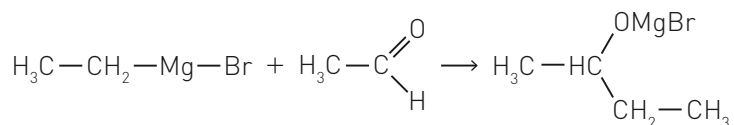
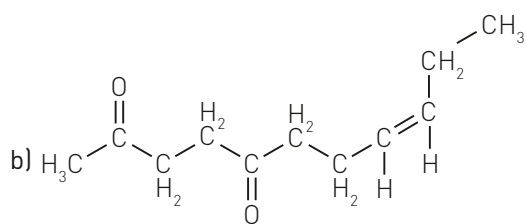


15. Alternativa d.



16.a)





Produto formado em bastão:

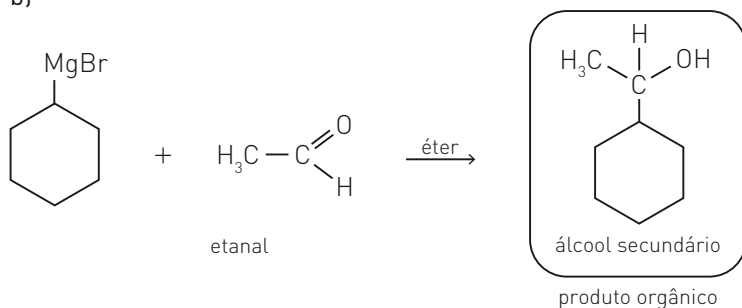


b) Função álcool.

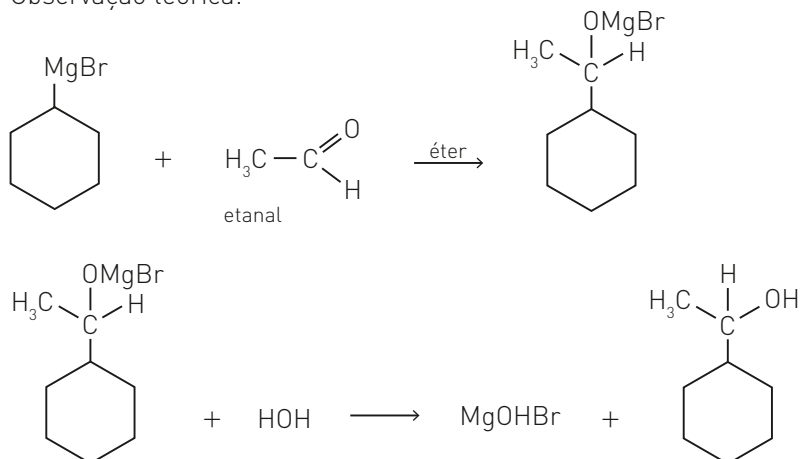
c) Butan-2-ol

18.a) De acordo com o enunciado, para formar composto de Grignard, o reagente tem que apresentar bromo ligado diretamente a carbono saturado e não pode apresentar grupos funcionais que reajam com o composto formado, ou seja, carboxila, carbinol e amino. Neste caso, os compostos I e IV se encaixam.

b)



Observação teórica:



19. Alternativa c.

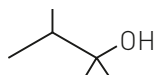
A carbonila terminal do neorretinal é reduzida a álcool na formação da Vitamina A1. Entre o retinal e o neorretinal, existe isomeria geométrica (também chamada *cis-trans*).

20. F – F – F – V – V.

O alqueno representado no esquema – C_6H_{12} – é o 2,3-dimetil-but-2-eno:

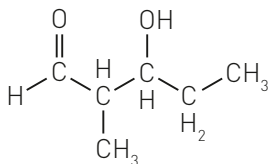


A reação de hidratação do alqueno leva ao 2,3-dimetil-butan-2-ol:



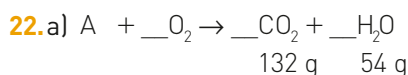
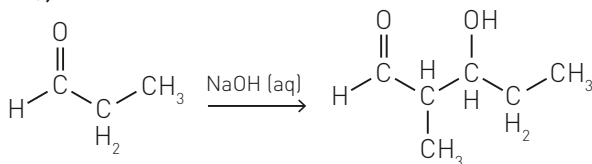
Para um rendimento de 100%, a partir de 0,5 mol, deveria ser obtido 1 mol da cetona. A transformação X é uma reação de redução. Por não possuir capacidade de formar ligações de hidrogênio, a cetona representada (no caso, a acetona) é mais volátil que a água.

21. a) O único composto formado terá estrutura:



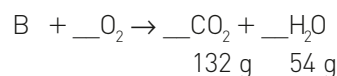
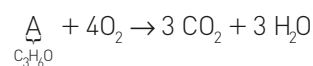
Os demais compostos, por não possuírem átomo de hidrogênio ligado ao carbono alfa à carbonila, não podem sofrer adição aldólica.

b)



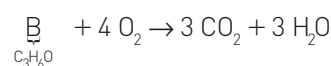
$$n_{CO_2} = \frac{132}{44} = 3$$

$$n_{H_2O} = \frac{54}{18} = 3$$



$$n_{CO_2} = \frac{132}{44} = 3$$

$$n_{H_2O} = \frac{54}{18} = 3$$



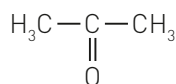
b) Teremos:

$A \xrightarrow{\text{Redução}}$ álcool secundário (oxigênio em carbono secundário)

$A \xrightarrow{\text{Reagente de Grignard}}$ álcool terciário

$\underset{\text{cetona}}{C_3H_6O} \xrightarrow{\text{Redução}}$ álcool secundário

$\underset{\text{cetona}}{C_3H_6O} \xrightarrow{\text{Reagente de Grignard}}$ álcool terciário

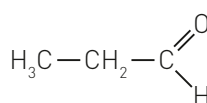


$B \xrightarrow{\text{Redução}}$ álcool primário (oxigênio em carbono primário)

$B \xrightarrow{\text{Reagente de Grignard}}$ álcool secundário

$\underset{\text{aldeído}}{C_3H_6O} \xrightarrow{\text{Redução}}$ álcool primário

$\underset{\text{aldeído}}{C_3H_6O} \xrightarrow{\text{Reagente de Grignard}}$ álcool secundário

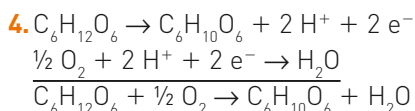
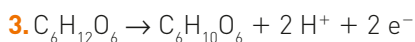


Leia, analise e responda – Biobaterias (p. 502)

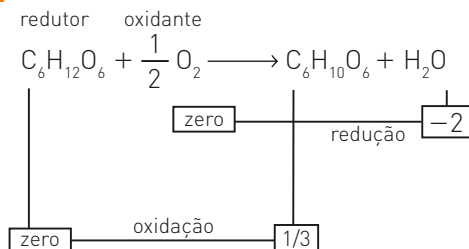
O aluno, devido à divisão feita por motivos didáticos, às vezes pode não perceber que os conceitos químicos não são itens isolados, mas formam um conjunto em que todos os conhecimentos estão inter-relacionados.

A partir do estudo da oxidação da glicose, que tem grupos $-OH$ e $\begin{array}{c} O \\ \parallel \\ -C- \\ | \\ H \end{array}$, retomamos o estudo das pilhas, recordando os eletrodos (cátodo e anodo), o ganho e a perda de e^- e os processos de oxidação e redução. A associação com a Biologia é feita pelo estudo da ação dos cloroplastos e da constituição de uma célula vegetal.

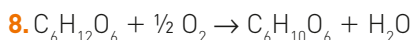
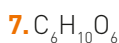
1. B é a célula vegetal, por apresentar cloroplasto.
2. Cloroplasto. A função da clorofila é realizar a fotossíntese.



5.



6. Cloroplastos. Não, encontra-se presente apenas nas plantas e algas.



Capítulo 22 Ácidos carboxílicos

Objetivos do capítulo

- Identificar ácidos graxos;
- relacionar a presença ou a ausência de duplas-ligações na cadeia com a temperatura de fusão;
- relacionar a maior ou a menor acidez de um ácido com a composição dos átomos ou um grupo de átomos presentes na cadeia como grupo substituinte;
- identificar e representar as equações das reações:
 - a) entre ácidos carboxílicos e álcoois (esterificação);
 - b) entre ácidos carboxílicos e bases.

Sugestões de abordagem

O professor pode começar a aula falando sobre alguns ácidos carboxílicos, como os apresentados no texto (ocorrências, aplicações, etc.). Se achar interessante, discutir os ácidos graxos constituintes dos óleos e das gorduras, de acordo com o que aparece na seção *Química e saúde: Os ácidos graxos*. Depois disso, apresentar os fatores que provocam aumento ou diminuição da acidez do ácido carboxílico e ainda a sua solubilidade em água. Comparar a acidez do etanol com a do fenol e do ácido acético.

Por fim, mostrar as reações de neutralização e de esterificação.

Conexão Saúde (p. 505)

Os ácidos carboxílicos em nosso corpo e na Medicina

O professor pode começar a explorar este texto perguntando aos alunos a diferença entre aparência e beleza. Qual delas depende exclusivamente de atitudes nossas? Qual delas está associada a hábitos de higiene?

Pergunte aos alunos qual ideia vem à cabeça quando se lê em um anúncio de emprego “Exige-se boa aparência”?

Aproveite e lembre aos alunos que vários procedimentos, como, por exemplo, o *peeling* facial, podem causar lesões em nosso corpo e devem sempre ser feitos por profissionais habilitados e capacitados.

1. Sim. O carbono alfa à carbonila tem quatro substituintes diferentes e, portanto, é assimétrico (quiral).
2. O processo biológico recebe o nome de fermentação láctica.
3. Acetilacético < málico < tartárico. Essa ordem é consequência do número de grupos polares (carboxila, carbonila ou hidroxila) em cada estrutura.
4. Todos os diácidos citados exigem 2 mol de NaOH para neutralização total de 1 mol do ácido em questão. É o caso do ácido succínico, alfa-cetoglutárico, málico e tartárico.
5. A ação dos alfa-hidroxiácidos na pele degrada as células superficiais, responsáveis por absorver grande parte da radiação solar, especialmente no seu espectro mais danoso. O novo tecido que é revelado após o *peeling*, desprotegido, é muito mais suscetível a sofrer lesões, motivando a recomendação de se evitar exposição direta à luz solar.

Os ácidos graxos (p. 508)

A preocupação com a qualidade de vida é uma constante na nossa sociedade. O bem-estar e a saúde das pessoas estão relacionados diretamente com os hábitos alimentares e as escolhas que podem fazer.

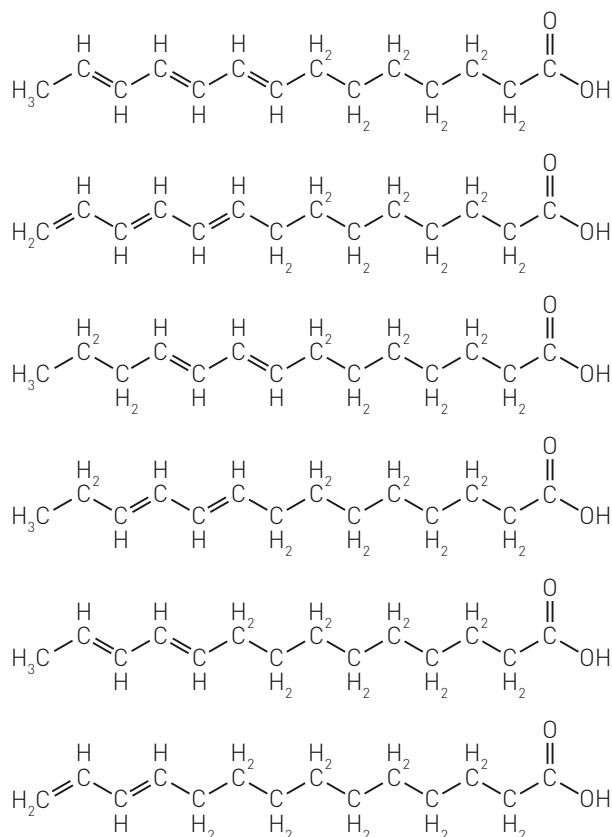
O professor pode começar a abordagem do texto fazendo algumas perguntas:

- Por que até as primeiras décadas do século XX era muito comum o consumo de gorduras e a sua utilização na preparação de alimentos?
- Por que atualmente recomenda-se a ingestão de óleos de origem vegetal, dando preferência aos mais insaturados?
- Quais são a primeira e a última letras do alfabeto grego?
- Qual carbono de um ácido graxo você identificaria com a letra α ?
- Qual carbono de um ácido graxo você identificaria com a letra Ω ?
- O que significa o ômega-3 para o ácido carboxílico insaturado?

A partir das respostas, o professor pode explicar o assunto, complementando-o se necessário.

1. O ácido linolênico, que possui três insaturações, é o ácido de maior grau de insaturação do quadro apresentado.

2. Existem 6 possibilidades:



3. Na estrutura do ômega-3, as ligações duplas se localizam até o carbono de índice máximo n-2 (onde n é a extensão total da cadeia). No caso do ômega-6, as ligações duplas se localizam até o máximo o carbono de índice n-5.

4. Pesquisa a ser realizada pelo aluno.

Desodorantes (p. 512)

As reações químicas citadas na leitura ilustram tudo o que foi visto no capítulo de forma contextualizada.

Retome com os alunos alguns aspectos dos ácidos e das bases para situá-los nos conceitos citados no texto.

Leve a discussão para os aspectos sociais da higiene, ressaltando que ela independe da condição econômica das pessoas.

1. Os sabonetes são anfifílicos, ou seja, capazes de interagir com substâncias polares ou apolares.
2. A perspiração faz uso do mecanismo de resfriamento evaporativo, em que a superfície da pele transfere calor sensível para as moléculas de

água nas suas redondezas, havendo em um decréscimo da temperatura corporal como consequência dessa transferência. Esse calor é absorvido pelas moléculas de água na forma de calor latente, causando sua instantânea evaporação, que é central para o fenômeno transpiratório. Essas moléculas sofrem condensação quase instantaneamente em contato com o ar frio, gerando as gotículas de suor características desse fenômeno.

3. Alternativa c.

A reação de interesse é uma reação de neutralização entre um ácido orgânico e uma base inorgânica.

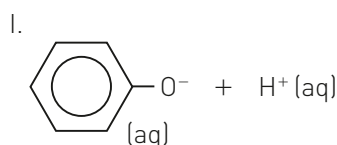
4. Os desodorantes neutralizam os produtos do metabolismo dos componentes do suor, ao mesmo tempo que incluem componentes bactericidas para atenuar esse metabolismo. Já o antiperspirante atua bloqueando os canais de saída das glândulas sudoríparas.

5. Pesquisa a ser realizada pelo aluno.

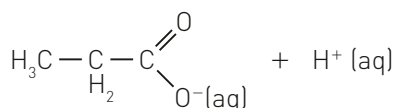
Fundamentando seus conhecimentos (p. 516)

1. Três: dois ácidos carboxílicos e um fenol.

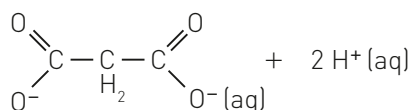
2.



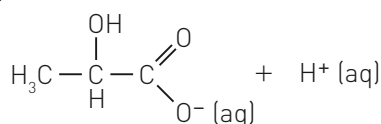
II.



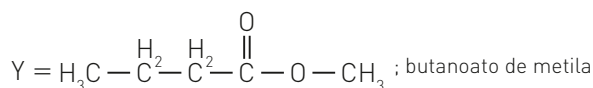
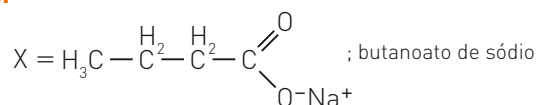
III.



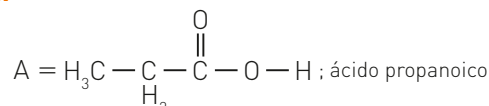
IV.



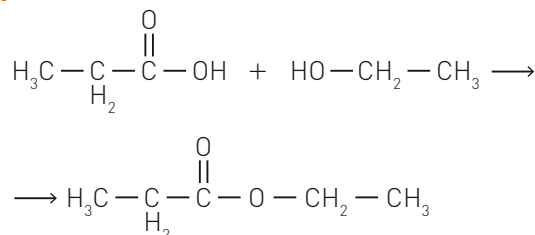
3.



4.



5.



Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 517)

1. Alternativa c.

Ácido carboxílico de cadeia longa = ácido graxo.

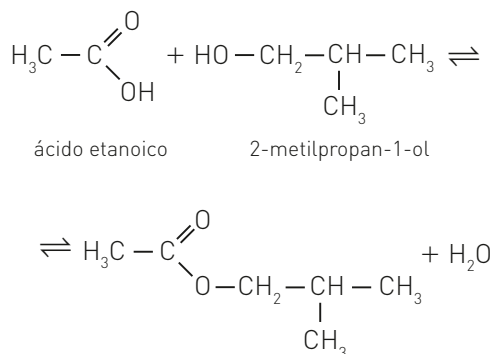
2. Alternativa b.

$\left. \begin{array}{l} \text{C}_{17}\text{H}_{29} \\ \text{C}_{21}\text{H}_{41} \end{array} \right\}$ número de H é menor que o dobro de C (insaturado)

$\text{C}_{15}\text{H}_{31}$ número de H é maior do que o dobro de C (saturado)

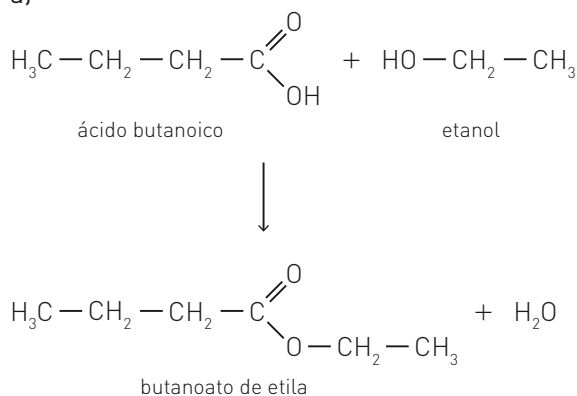
À temperatura ambiente, linoleico é líquido e erúcio é sólido.

3. Alternativa d.



4.

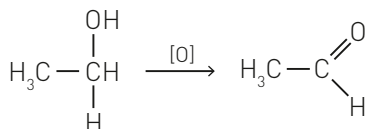
a)



b) $\text{H}_3\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3$ metoximetano

5. Alternativas corretas: 04 e 08.

- (01) Incorreto. Da oxidação de um ácido não resultam ésteres.
 (02) Incorreto. Álcool e aldeído não reagem.
 (04) Correto.
 (08) Correto. Ácido + álcool $\rightleftharpoons$ éster + água.

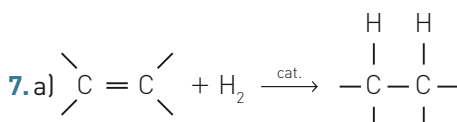


6. Alternativa d.

Na fórmula geral:

$\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_2$ se $y < 2x$ insaturado

$\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$ $34 < 2 \cdot (18)$ insaturado



b) A fórmula geral de um ácido graxo saturado pode ser representada por: $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$.

Cada dois hidrogênios a menos da fórmula indicam uma dupla-ligação entre carbonos. Assim:

$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}\text{O}_2$: 1 dupla-ligação entre carbonos;

$\text{C}_n\text{H}_{2n-4}\text{O}_4$: 2 duplas-ligações entre carbonos;

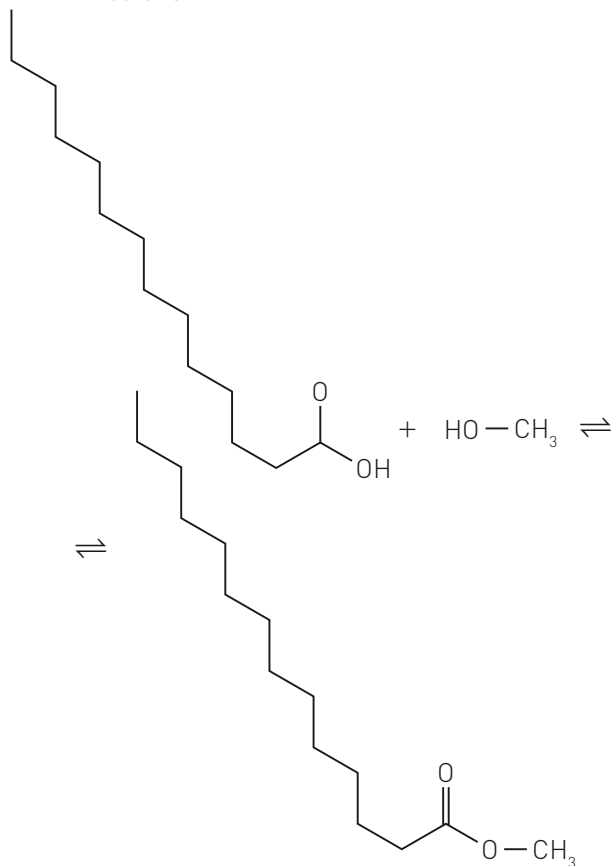
$\text{C}_n\text{H}_{2n-6}\text{O}_2$: 2 duplas-ligações entre carbonos;

Como o ácido linoleico tem fórmula $\text{C}_{18}\text{H}_{32}\text{O}_2$, ou seja, $\text{C}_n\text{H}_{2n-4}\text{O}_2$, ele apresenta duas duplas-ligações entre carbonos.

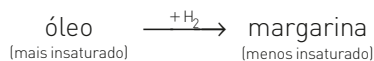
8.a) 1 = éter; 2 = cetona.

b) 1. anidrido

2. cetona



9. Alternativa c.



10. Alternativa c.

11. Alternativa d.

Grupos eletroatraentes aumentam a força do eletrólito.

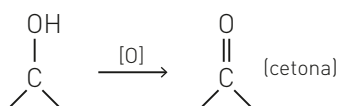
Força decrescente:

$\text{F}_3\text{C}-\text{COOH} > \text{Cl}_3\text{C}-\text{COOH} >$

$> \text{Cl}_2\text{HC}-\text{COOH} > \text{ClCH}_2-\text{COOH} > \text{H}_3\text{CCOOH}$

12. Alternativa b.

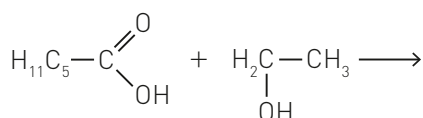
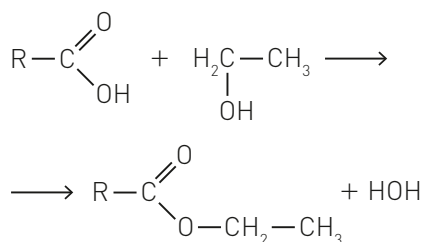
Cadeia mista, aromática, insaturada e heterogênea:



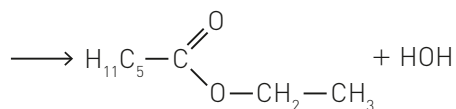
HO em carbono secundário

13. Alternativa e.

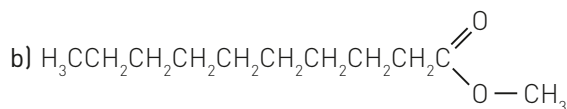
De acordo com a figura fornecida no enunciado a maior "fatia" corresponde ao éster $\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}_2$ obtido do ácido carboxílico presente em maior quantidade e etanol:



ácido hexanoico



14. a) Ácido octanoico.



c) Saturados.

d) Ácido caproico.

15. Alternativa b.

Os compostos que proporcionarão maior qualidade são aqueles com maior grau de insaturação, ou seja, com maior número de ligações duplas. Trata-se do ácido linolênico (3 duplas) e do linoleico (2 duplas)

16. Alternativa a.

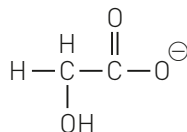
17. Alternativa b.

[I]. Incorreta. Essa substância é um ácido carboxílico.

[II]. Correta. Por ser um ácido carboxílico, sofre ionização, liberando íons H^+ quando em solução.

[III]. Incorreta. Uma diminuição da concentração de H^+ leva ao aumento do pH.

[IV]. Incorreta. Na reação de ionização, o produto principal é:



18. Alternativa d.

O ácido acético tem menor acidez por ser sucessor do ácido fórmico na série homóloga.

19. Alternativa c.

Quanto mais eletronegativo o halogênio, mais forte o ácido.

20. Alternativa d.

O sal de ácido carboxílico em questão (monofluoracetato de sódio) pode ser obtido a partir da neutralização do ácido carbônico (ácido monofluoracético) com hidróxido de sódio.

21. Correta: 2-2.

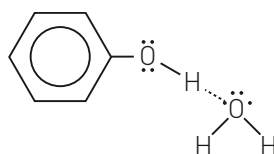
0-0) Falsa.

No fenol, temos ligações de hidrogênio.

1-1) Falsa.

Por ser menos volátil, o fenol terá menor pressão de vapor.

2-2) Verdadeira.



3-3) Falsa.

O benzeno não apresenta caráter ácido.

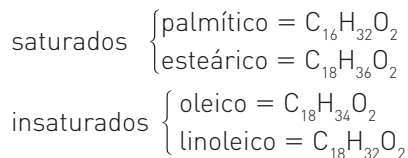
4-4) Falsa.

O trifenol apresenta três grupos $-\text{NO}_2$ = nitro) que são desativadores do anel e, conseqüentemente, aumentam a acidez do fenol.

Observação: no texto temos grupos "retiradores"; se for considerado pela banca examinadora sinônimo de "desativadores", o item será verdadeiro.

Desafiando seus conhecimentos (p. 522)

1. Alternativa c.

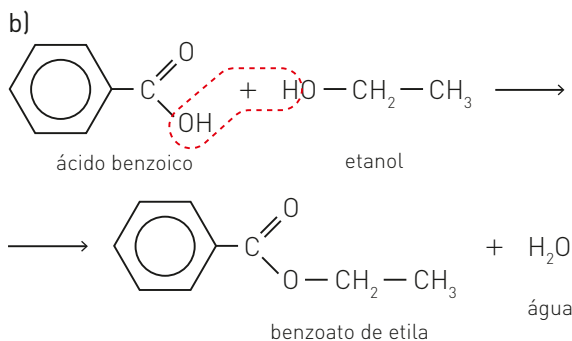
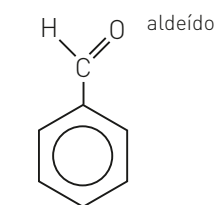


$$\frac{\text{milho}}{\text{soja}} = \frac{14 \text{ saturados}}{14 \text{ saturados}} \Rightarrow \text{igual}$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\text{milho}}{\text{soja}} = \frac{\text{com 1 dupla } 52,4}{\text{com 1 dupla } 28,6} \\ \frac{\text{milho}}{\text{soja}} = \frac{\text{com 1 dupla } 33,6}{\text{com 1 dupla } 57,4} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{milho} \\ 1 \cdot 52,4 + 2 \cdot 33,6 \\ 119,6 \\ \text{soja} \\ 1 \cdot 28 + 2 \cdot 57,4 \\ 142,8 \end{array}$$

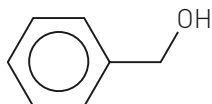
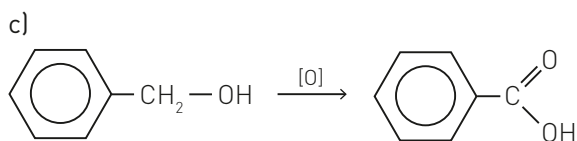
2. O óleo de amendoim, por apresentar maior quantidade de insaturações para um mesmo número de moléculas.

3. a) Composto I:

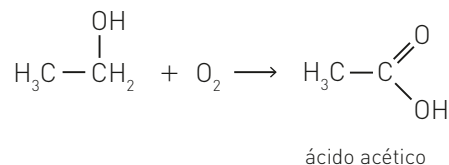


Ácido carboxílico: ácido benzoico.

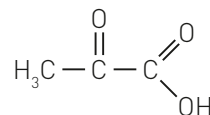
Álcool: etanol.



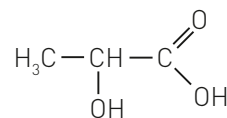
4. Alternativa e.



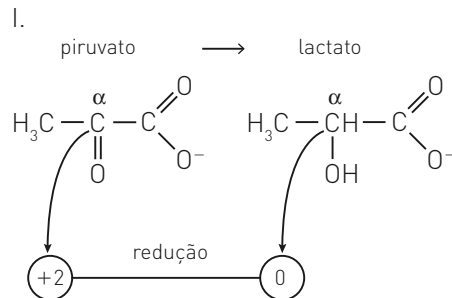
5. Sabendo que a fórmula molecular do ácido pirúvico é $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$ e que ele apresenta as funções cetona e ácido carboxílico, podemos deduzir sua fórmula estrutural.



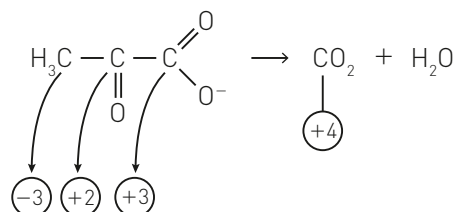
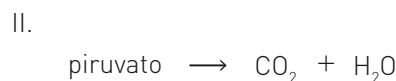
A fórmula estrutural do ácido α -hidroxipropiônico é:



Analisando as reações:



Nessa reação o número de oxidação do carbono passou de +2 para zero, por esse motivo, trata-se de uma reação de redução.



Esta é uma reação de oxidação, pois todos os átomos de carbono sofreram um aumento nos seus números de oxidação, sendo que no CO_2 o carbono apresenta seu número de oxidação máximo: +4.

6. Alternativas corretas: 04 e 08.

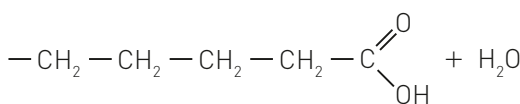
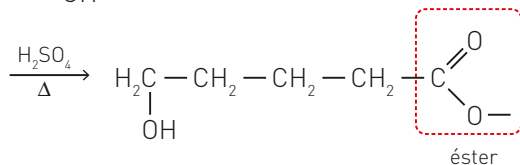
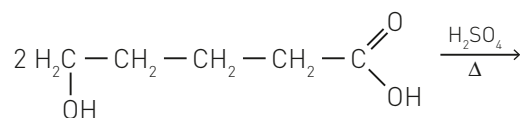
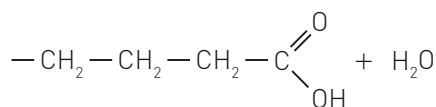
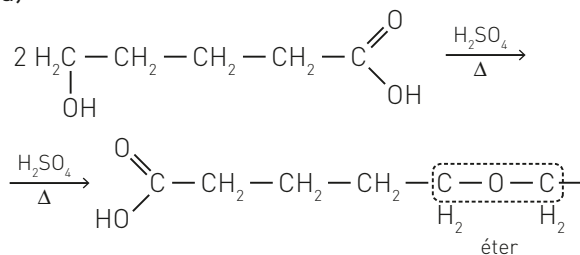
01. Incorreto. I representa um óleo (várias insaturações).

02. Incorreto. Para I, serão necessários 3 mol H_2 (3 duplas); para II e III será necessário 1 mol (1 dupla).

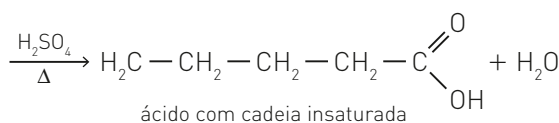
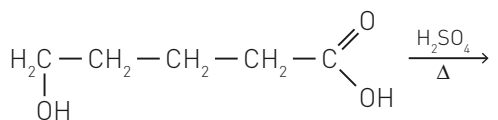
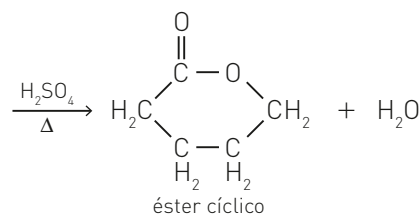
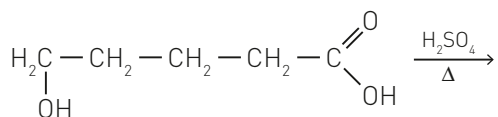
04. Correto.

08. Correto. Ácidos carboxílicos com mais de 11 carbonos.

7.a)



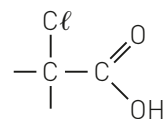
b)



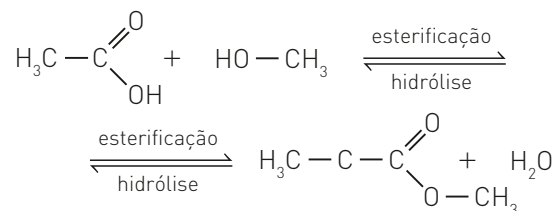
8. Alternativa c.

I. Falso. Aumenta a cadeia $\Rightarrow$ diminui a força.

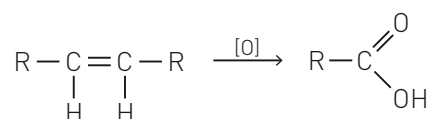
II. Verdadeiro. A força aumenta quando existem grupos eletroatraentes, como o cloro:



III. Verdadeiro.



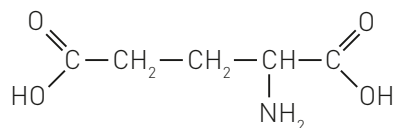
IV. Verdadeiro.



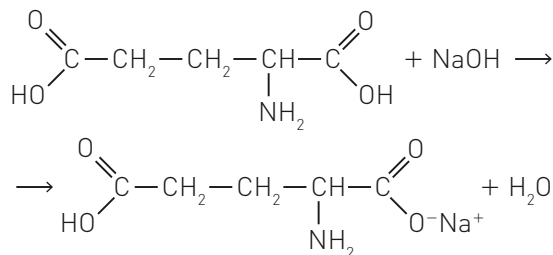
V. Falso: geralmente, ácidos orgânicos são fracos.

9. Alternativas corretas: 01, 02 e 08.

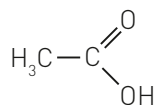
10.a)



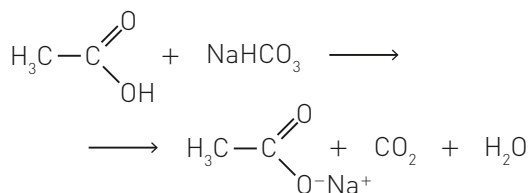
b)



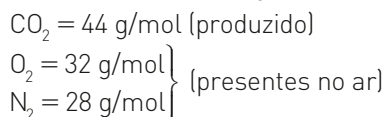
11.a)



b)



c) Massas molares dos gases envolvidos:



Nas mesmas condições de pressão e temperatura, a densidade de um gás pode ser dada por:

$$d = \frac{M_{\text{(molar)}}}{V_{\text{(molar)}}}$$

Como o volume molar é o mesmo, quanto maior a massa molar, mais denso será o gás e vice-versa.

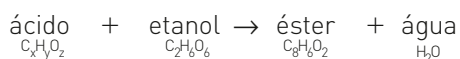
O gás carbônico formado é mais denso do que os outros gases presentes no sistema e se acumula na parte de baixo do recipiente.

Quando o gás carbônico alcança o pavio da vela, impede o contato do gás oxigênio com o pavio e a combustão cessa.

Com o aumento do raio do recipiente, e supondo o mesmo volume de gás carbônico (em 3 segundos), o gás se acomodará na parte de baixo do recipiente e não atingirá o pavio, e a vela continuará acesa.

12. A partir do gráfico, temos válido que o éster formado em maior quantidade tem fórmula molecular $\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}_2$.

Esse éster é formado pela reação entre um ácido carboxílico e o etanol, cuja fórmula molecular é $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$. Essa reação pode ser representada pela seguinte equação:



Logo, a partir do princípio da conservação de massa aplicado ao sistema químico analisado, temos que:

1) Número de átomos de carbono

$$x + 2 = 8$$

$$x = 6$$

2) Número de átomos de hidrogênio

$$y + 6 = 16 + 2$$

$$y = 12$$

3) Número de átomos de oxigênio

$$z + 1 = 2 + 1$$

$$z = 2$$

A partir das informações apresentadas, o ácido carboxílico não ramificado em maior quantidade

na amostra é o da fórmula molecular $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$, denominado ácido hexanoico.

13. Alternativa d.

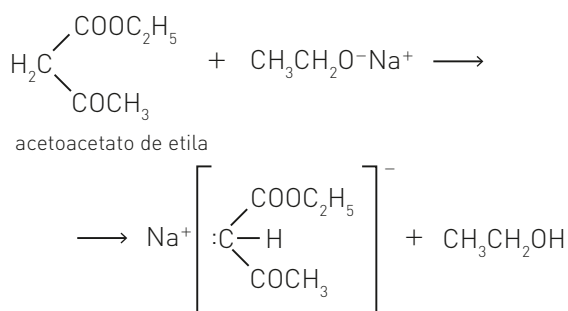
A alternativa descreve a preferência por produtos que contenham lipídios com ligações duplas de isomeria *cis*.

14. Alternativa a.

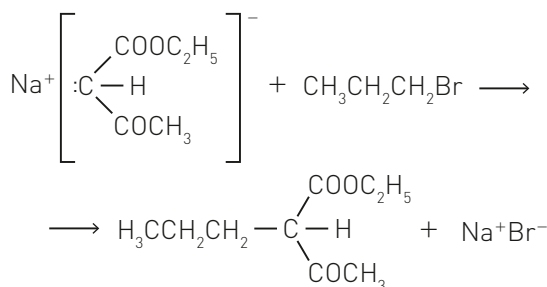
II. Incorreta. O composto fluorado apresentará menor pK_a , devido à sua superior acidez por conta do substituinte mais eletronegativo.

III. Incorreta. O menor pK_a estará associado ao halogênio mais próximo da carboxila.

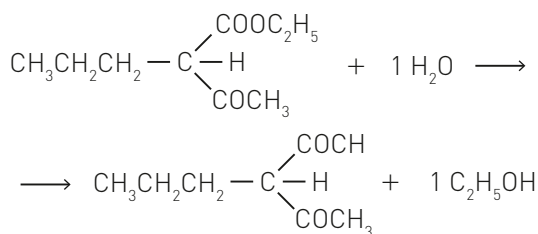
15. Reação I: formação de um sal de sódio.



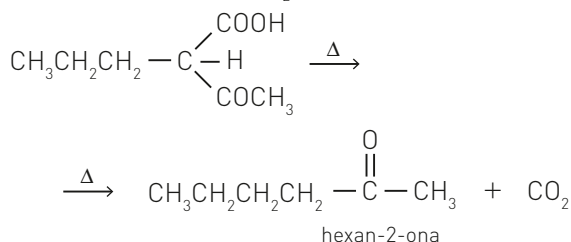
Reação II: introdução do grupo alquila.



Reação III: hidrólise ácida.

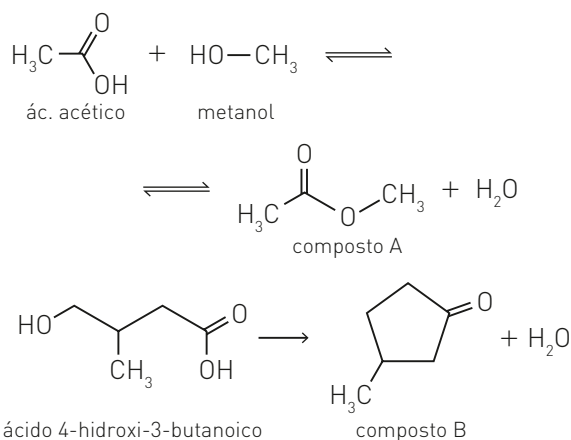


Reação IV: perda de CO_2 por aquecimento.



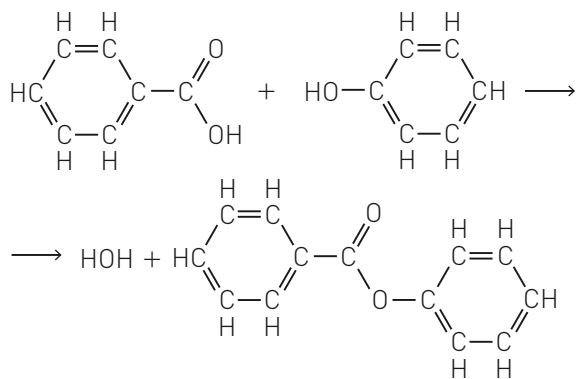
16. Alternativas corretas: 01 e 08.

17. Alternativa d.

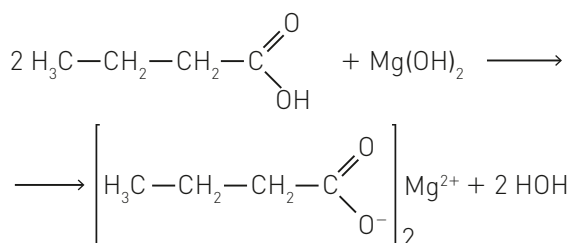


18. Alternativa d.

Preparação do benzoato de fenila:



Preparação do butanoato de magnésio:



Conclusão: precisa-se de 1 mol de ácido benzóico e 1 mol de fenol para o benzoato de fenila e 2 mol de ácido butanoico e 1 mol de hidróxido de magnésio para o butanoato de magnésio.

19. Alternativa c.

Os átomos de cloro, altamente eletronegativos, contribuem para o aumento da força do ácido.

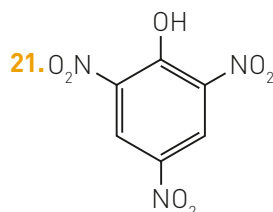
20. Alternativa c.

I. Incorreta. B é um ácido mais forte que A.

II. Correta. O valor de K_a é proporcional à acidez relativa, que é superior no composto C.

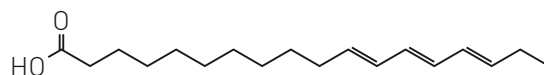
III. Correta. Todos eles sofrerão neutralização se reagirem com uma solução de hidróxido de sódio.

IV. Incorreta. O valor de K_a variará conforme a acidez do composto.



A presença de grupos retiradores de elétrons contribui para aumentar a acidez do fenol. No caso do composto em questão, há três grupos retiradores ligados ao anel fenólico, o que o torna extremamente ácido devido à combinação do efeito dos três substituintes.

22. a)



b) Massa molar do ácido = 278 g/mol

Cada ligação dupla consome 1 mol de I_2 .
Portanto,
1 mol ácido — 3 mol I_2

$$\frac{5,56 \text{ g}}{278 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,02 \text{ mol ácido} \longrightarrow x \text{ mol } \text{I}_2$$

$$x = 3 \cdot 0,02 \text{ mol} = 0,06 \text{ mol}$$

23. a) Titulação:

$$0,2 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,1 \text{ L} = 0,02 \text{ mol NaOH} = 0,02 \text{ mol de ácido.}$$

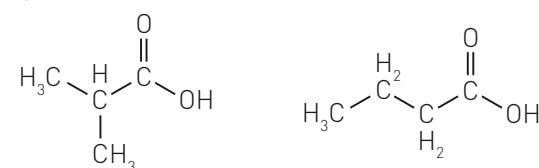
Reação:

$$M(\text{álcool}) = \frac{2 \text{ g} \cdot 0,74}{0,02 \text{ mol}} = 74 \text{ g/mol}$$

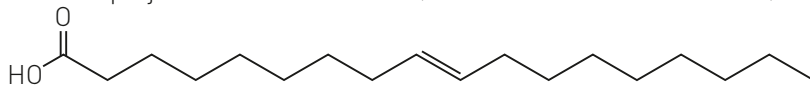
b) $M(\text{ácido}) = M(\text{álcool}) + 14 \text{ g/mol} = 88 \text{ g/mol}$

A fórmula do ácido monocarboxílico é, portanto, $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$

c)



24. Isômero prejudicial do ácido oleico (ácido *trans*-octadec-9-enoico):



Frasco X: não houve descoloramento da solução de bromo, portanto, é um ácido graxo saturado, correspondente ao ácido esteárico.

Frasco Y: o composto apresenta duas ligações duplas, correspondendo, portanto, ao ácido linoleico.

Conexão

Segurança pública (p. 529)

Impressões digitais

Assuntos policiais, em geral, chamam a atenção da população, por isso, pensamos em usar essa leitura para reforçar as reações químicas que podem ser feitas pelos ácidos carboxílicos.

No caso da leitura, temos dois ésteres. O professor, antes do início da atividade, pode pedir aos alunos que prevejam o número de átomos de carbono que devem ter os ácidos que deram origem aos ésteres. Peça também que escrevam a fórmula estrutural ou molecular dos álcoois que originaram os ésteres.

Havendo tempo, discuta a violência dos grandes centros urbanos e, se você der aula em cidades pequenas, discuta o aumento da violência nelas.

1. As impressões digitais de adultos contêm ácidos graxos maiores e, portanto, menos voláteis. É essa propriedade que permite a identificação das impressões.
2. O ramo denominado Química Forense.
3. a) A reação de produção do corante também produz água como subproduto. A evaporação do solvente, responsável também pelo arraste das moléculas de H_2O , desloca o equilíbrio químico no sentido da produção do composto de cor púrpura.
b) Além da temperatura ser um fator que influencia na velocidade das reações em geral, altas temperaturas também agilizam a evaporação do solvente, tornando todo o processo mais eficiente.
4. Pesquisa a ser realizada pelo aluno.

Capítulo 23

Ésteres

Objetivos do capítulo

- Classificar os ésteres em essências de frutas, ceras e lípides;
- caracterizar um lipídio como sendo um triéster do glicerol triglicerídeo;
- relacionar a predominância de grupos de ácidos graxos saturados ou insaturados com gorduras e óleos;
- identificar e representar as equações das reações de:
 - a) hidrólise ácida;
 - b) hidrólise básica.
- reconhecer e diferenciar fórmulas de sabões e detergentes;
- descrever a diferença do tempo de permanência no ambiente de sabões e detergentes não biodegradáveis;
- identificar e representar as equações das reações de alcoólise ou transesterificação e a obtenção do biodiesel.

Sugestões de abordagem

O professor pode começar a aula falando sobre algumas essências (maçã, abacaxi, etc.) como exemplos de ésteres. Em seguida, representar uma reação de esterificação na qual é produzido um lipídio. A partir disso, diferenciar um óleo de uma gordura, de acordo com o texto.

Posteriormente, apresentar a reação de hidrólise alcalina de um éster e depois de um lípide, indicando a produção do sabão. Explicar a parte polar e a apolar existentes no sabão e, com isso, o mecanismo de remoção de gordura. Lembrar que o mesmo também vale para os detergentes.

Recorde com os alunos os dois biocombustíveis mais importantes: etanol e biodiesel. Cite novamente como é obtido o etanol e discuta com detalhes as fontes de biodiesel, destacando que o cultivo dessas fontes pode ser feito em pequena escala, o que permite a inclusão social de pequenos produtores rurais. Por fim, explique as reações que permitem obter biodiesel usando o etanol, como é feito no Brasil, ou o metanol, como é feito nos Estados Unidos.

Em função do tempo, o professor pode encaminhar uma discussão sobre as matérias-primas usadas para produzir o etanol: nos Estados Unidos ele é obtido a partir do milho, com rendimento menor, enquanto no Brasil ele é produzido a partir da cana-de-açúcar, com rendimento maior.

Algo a mais

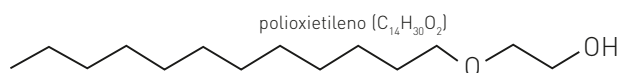
A seguir, são descritas as características de alguns produtos que estão relacionados com o estudo feito neste capítulo.

1. Creme de barbear

A triestearina é o principal componente do sebo, mistura obtida pelo tratamento da gordura animal por vapor de H_2O . A partir de sua reação com soda cáustica, obtemos o estearato de sódio, usado na fabricação de sabões comuns.

Os cremes de barbear são produzidos com ácido esteárico em excesso e KOH e produzem espuma mais espessa e de secagem mais lenta do que os sabões comuns.

2. Detergente não iônico



O grupo “cabeça” nessa molécula consiste do grupo $-O-CH_2-CH_2-OH$, que se liga à água por meio de ligações de hidrogênio: pelo menos dois átomos de oxigênio são necessários para assegurar que a molécula interaja fortemente com a água, apesar da sua longa cadeia hidrocarbônica. A vantagem desse detergente não iônico é ser menos eficiente em estabilizar (ou manter) a espuma do que as variedades iônicas; portanto, produz menos espuma durante o uso. No entanto, é mais eficiente na remoção de material

graxo e de terra em baixas temperaturas. A primeira propriedade o torna adequado para uso em máquinas de lavar; a última leva a uma economia de energia, pois se pode usar água fria. O grupo $-O-CH_2-CH_2-$ costuma ser repetido diversas vezes na mesma molécula para aumentar seu poder de atrair água, e a cadeia hidrocarbônica pode assumir várias formas.

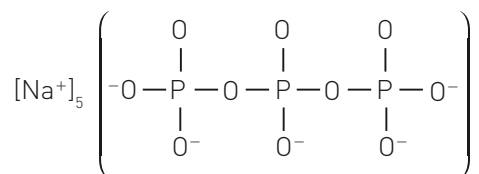
Fonte: Atkins, P. W. *Moléculas*. São Paulo: Edusp, 2000.

3. Detergente e poluição

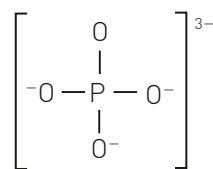
Durante algum tempo, os detergentes foram produzidos a partir de alcenos de baixo custo, com cadeias ramificadas, dificilmente metabolizadas pelos micro-organismos existentes nas águas dos rios. Dessa forma, os detergentes se acumulavam nos rios, formando uma camada de espuma.

No final da década de 1960, começou a surgir uma preocupação com esse problema ambiental, o que levou ao uso de cadeias normais na produção de detergentes, as quais, assim como as dos sabões, são mais facilmente degradadas.

Atualmente, existem outros problemas de poluição ambiental relacionados aos detergentes ou, mais especificamente, aos aditivos misturados a eles. Esses aditivos são usados para melhorar a eficiência dos detergentes e também para diminuir seu custo, pois são mais baratos. Um deles, de uso muito comum, é o trifosfato de pentassódio.



Essa substância, quando em contato com os íons Ca^{2+} e Mg^{2+} , impede a formação de precipitados do detergente e ajuda a dispersão da sujeira na água de lavagem. Esse composto, porém, acaba originando íons fosfato nos rios e lagos.



O íon fosfato em si não é uma substância tóxica nem poluente, mas é essencial como nutriente para o crescimento de plantas, principalmente algas e ervas daninhas. Nas águas de rios e lagos, a quantidade de fosfato normalmente disponível é pequena, o que impede a proliferação desenfreada de algas. O uso intenso de detergente tem aumentado drasti-

camente a quantidade de fosfato nas águas, provocando um aumento na velocidade do crescimento e da reprodução das algas, o que faz com que ocorra uma diminuição do teor de oxigênio presente na água. Isso provoca graves efeitos sobre a vida dos animais aquáticos.

Um dos objetivos atuais das indústrias de detergentes é a substituição dos fosfatos como ativadores de limpeza.

OBSERVAÇÃO

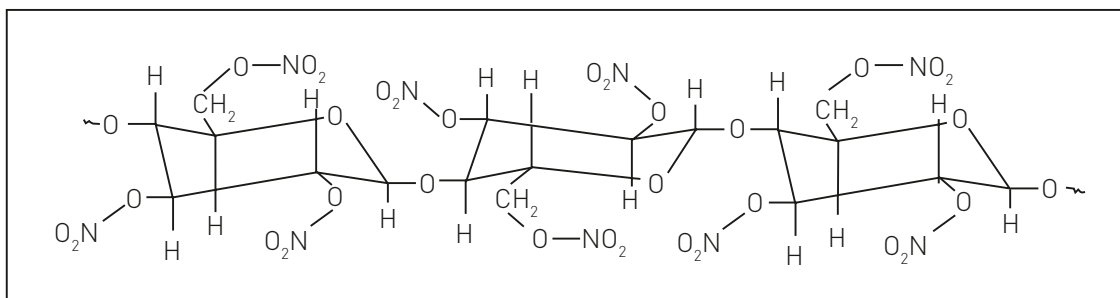
Muitos experimentos de laboratórios têm demonstrado que a eficiência de um detergente não está relacionada com a quantidade de espuma que ele produz. No entanto, como os consumidores de detergentes fazem essa associação, os fabricantes adicionam agentes espumantes a eles.

4. Um éster derivado de um ácido inorgânico: a nitrocelulose

Os ésteres são produtos formados pela reação entre um álcool e um ácido oxigenado. A maioria dos ésteres é produzida a partir de ácidos carboxílicos; podemos, porém, produzir um éster a partir de um ácido inorgânico, como o ácido nítrico (HNO_3 ou $\text{HO}-\text{NO}_2$). Nesse caso, o outro reagente utilizado será a celulose, um polissacarídeo formado pela união de muitas moléculas do monossacarídeo glicose. Cada unidade da glicose, na celulose, possui três grupos $-\text{OH}$ livres.

As características e, portanto, o uso do produto formado vão depender do número de hidroxilas que reagirem, ou seja, que sofrerem nitratação.

Se a celulose for quase completamente nitrada, o produto obtido será denominado algodão-pólvora, usado para a preparação da pólvora sem fumaça. Quando o grau de nitratação é pequeno, obtém-se uma substância denominada piroxilina, usada para a produção de plásticos (celuloide), filmes fotográficos e lacas para vernizes. A estrutura a seguir representa o algodão-pólvora:



Conexão

Saúde (p. 538)

Gordura *trans*

Esse texto foi escolhido porque com ele o professor pode discutir, além das reações orgânicas, isomeria e interações intermoleculares. Ainda pode ser usado para trabalhar a importância de se ter uma alimentação saudável.

Pergunte aos alunos o que é mais saudável: ingerirmos alimentos cozidos na manteiga ou no óleo vegetal? Lembre-os de que, antigamente, quando ainda não existia geladeira, muitas pessoas armazenavam carne cozida em banha de porco. Embora isso ajudasse a conservar a carne por mais tempo, dava a ela um teor de gordura maior, e ainda da gordura mais prejudicial à saúde, que é a animal.

1. Durante a hidrogenação parcial, são conservadas algumas ligações duplas, que podem sofrer isomerização para a forma *trans*, prejudicial à saúde.

2. A orientação linear maximiza as interações intermoleculares laterais, aumentando a intensidade total das forças de dispersão e, portanto, aumentando o ponto de fusão.
3. Os óleos vegetais são líquidos à temperatura ambiente, translúcidos e viscosos. Já as gorduras, sólidas à temperatura ambiente, são opacas.
4. Partindo do pressuposto de que é importante reduzir o consumo de lipídios de origem animal, é mais saudável comer um ovo frito no óleo de soja, de origem vegetal.

EXPLORE SEU MUNDO

Tipos de óleos e gorduras (p. 540)

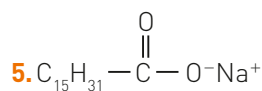
As respostas dos itens são pessoais, pois dependem da análise dos rótulos escolhidos pelos alunos.

Solubilidade de óleos e gorduras (p. 546)

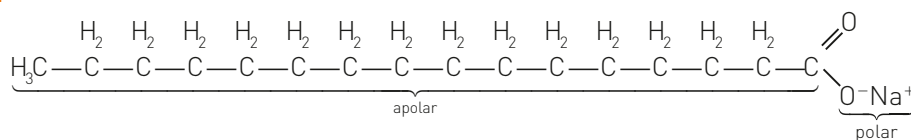
1. Conforme o tempo passa, as gotas de óleo tendem a se reunir numa única fase.
2. Com a adição de detergente, a camada de óleo se torna mais difusa, menos translúcida e, dependendo da quantidade de detergente adicionado, pode finalmente sumir, misturando-se completamente à água.
3. Porque a diferença de polaridade entre a água e a gordura é grande demais, inviabilizando sua interação.
4. São genericamente insolúveis, pois são muito apolares, em contraste com a altamente polar molécula de água.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 546)

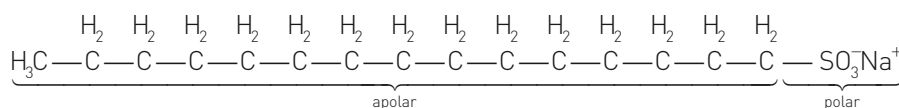
1. Gordura.
2. Óleo.
3. Gordura.
4. 6 mol de H_2 .



6.



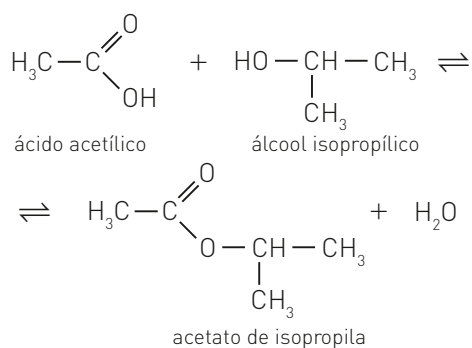
7.



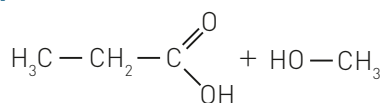
8. Não, é um detergente.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 548)

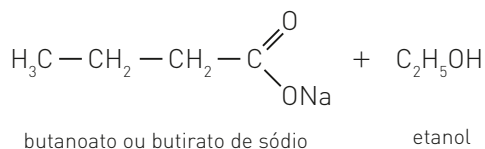
1. Alternativa d.



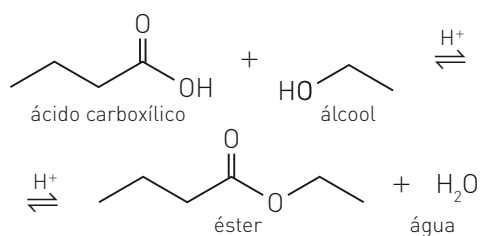
2.



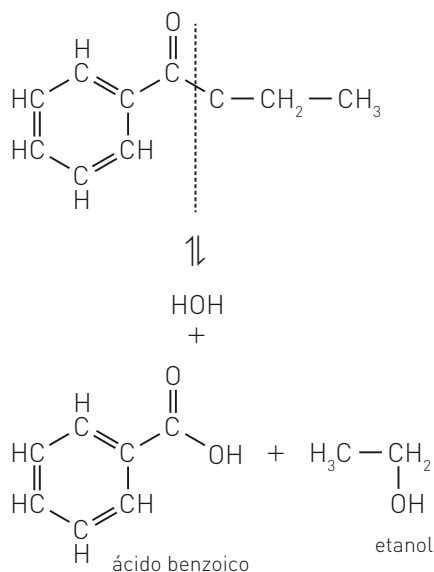
3.



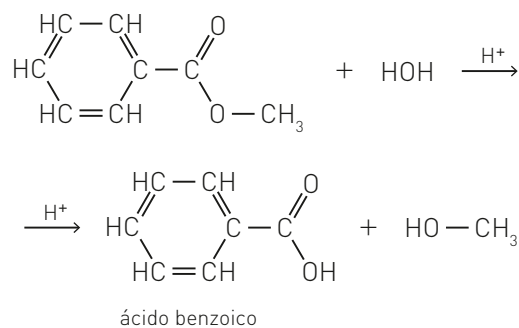
4. Alternativa a.



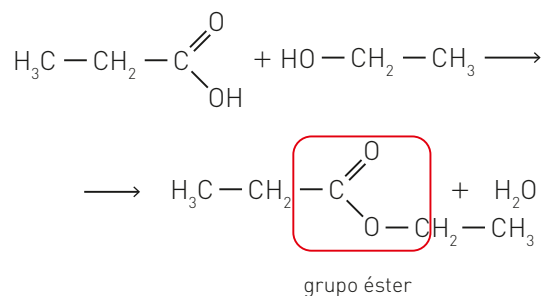
5. Alternativa a.



6. Alternativa e.



7.a)



b)

Ácido propanoico	H ⁺	(Propanoato) ⁻
0,1 mol/L	0 mol/L	0 mol/L (início)
Gasta	Forma	Forma
-x	+x	+x (durante)
{0,1 - x} mol/L	x mol/L	x mol/L (equilíbrio)

$$K_a = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{Propanoato}]}{[\text{Ácido propanoico}]}$$

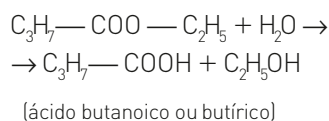
$$K_a = \frac{x \cdot x}{0,1 - x} \Rightarrow K_a = \frac{x \cdot x}{0,1} \Rightarrow K_a = \frac{x^2}{0,1}$$

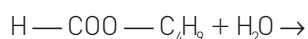
$$1,0 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{10^{-1}} \Rightarrow x = 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-3} \text{ mol/L} \Rightarrow \text{pH} = -\log 10^{-3} = 3$$

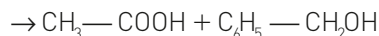
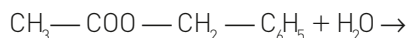
8. Alternativa d.

9. Alternativa b.

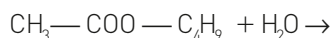




(ácido metanoico ou fórmico)



(ácido etanoico ou acético)

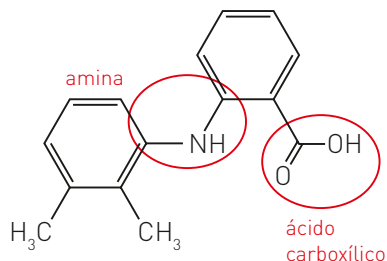


(ácido etanoico ou acético)

10. Alternativa a.

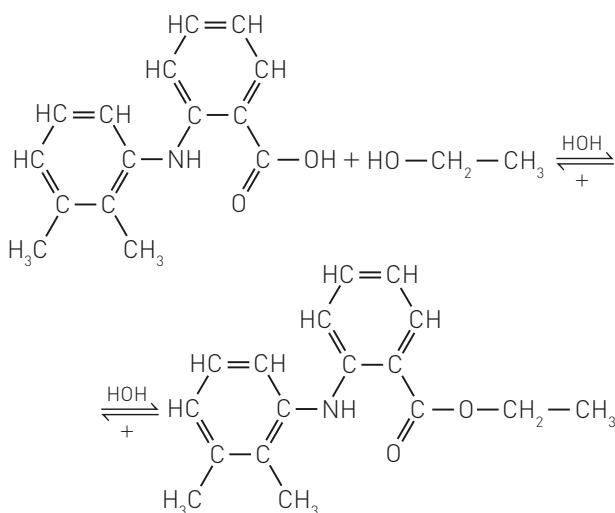
A reação esquematizada é classificada como uma reação de esterificação.

11.a) Funções presentes na molécula representada na figura: amina e ácido carboxílico.



A principal interação desses grupos com a água são as pontes de hidrogênio ou ligações de hidrogênio.

b) O tipo de reação descrita no texto é a esterificação:



12. Alternativa d.

Sabões são sais de ácidos graxos (ácidos carboxílicos de cadeia longa).

13. Alternativa d.

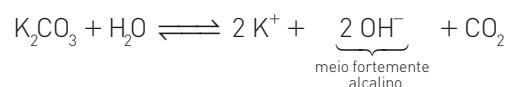
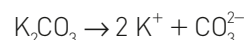
De acordo com as informações da questão, ao se misturar o conteúdo da embalagem com água quente, poderia ocorrer a separação dos componentes X (água) e Y (óleo vegetal) da mistura, que são imiscíveis entre si. Porém, a presença de emulsificantes (Z) promove a interação entre as fases polar e apolar da mistura e impede a separação dos componentes.

14. Alternativas corretas: 02 e 16.

- 01. Incorreta. A mistura água e óleo é heterogênea.
- 02. Correta. A partir das informações apresentadas no texto, com a utilização do dispersante, o óleo (petróleo) vai se dispersar na água, podendo ser diferido por bactérias marinhas.
- 04. Incorreta. O petróleo flutua na água; logo possui uma densidade menor que a da água.
- 08. Incorreta. O petróleo é uma mistura de hidrocarbonetos. A partir do processo de destilação fracionada do petróleo, podemos obter diversos componentes de sua mistura formadora, por exemplo, a gasolina e o óleo diesel. O álcool (etanol), no entanto, é obtido a partir do processamento de matéria-prima vegetal (como a cana-de-açúcar), não sendo, portanto, obtido a partir da destilação fracionada do petróleo.
- 16. Correta. Esta reação é conhecida por saponificação ou hidrólise de éster em meio básico.
- 32. Incorreta. O glicerol é um álcool.

15. Alternativa d.

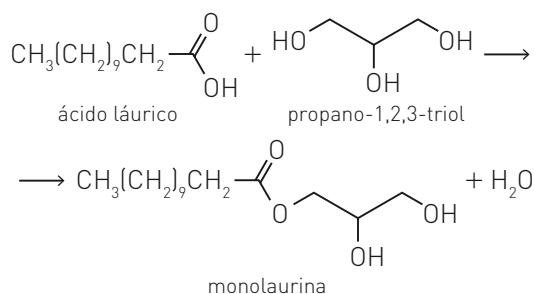
A produção do sabão é possível porque a hidrólise da potassa leva à formação de um meio fortemente alcalino, promovendo a saponificação.



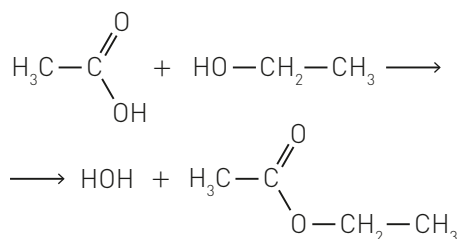
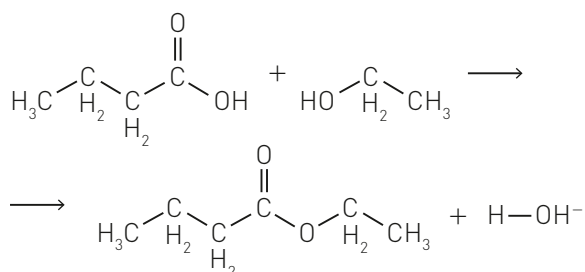
16. Alternativa a.

17. Alternativa e.

A estrutura da monolaurina, que é um éster, é formada por uma reação de esterificação, entre um ácido carboxílico e um álcool formando, além do éster, uma molécula de água.

**18. Alternativa a.**

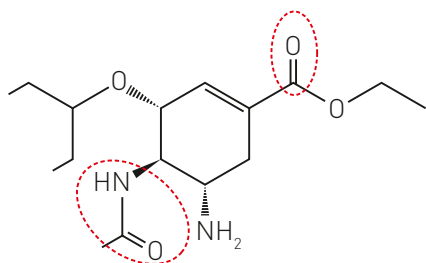
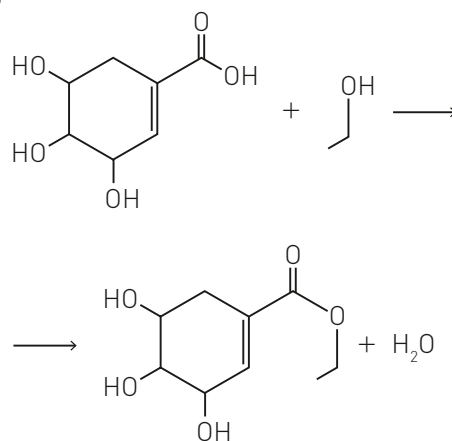
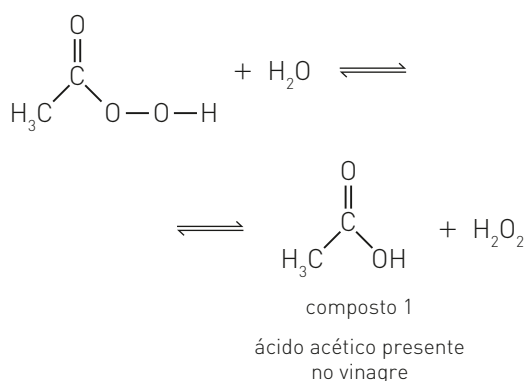
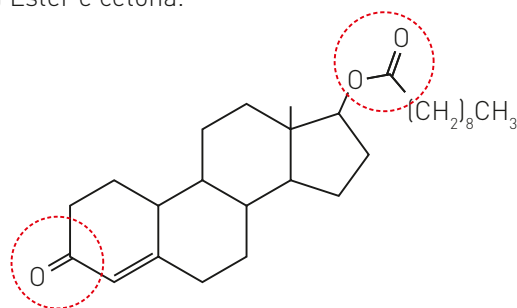
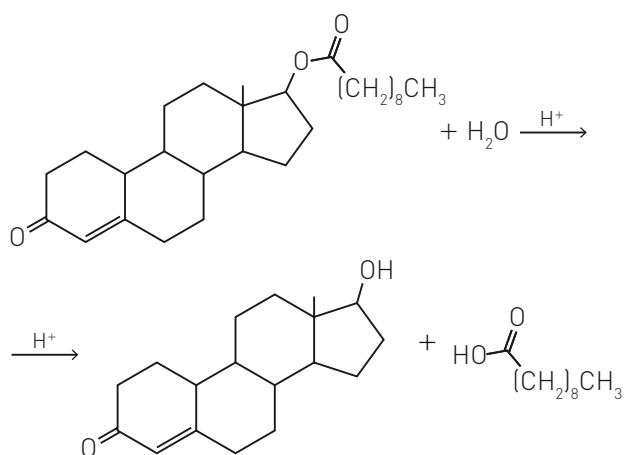
Reação de esterificação ou formação do acetato de etila ($\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$):

**19. Alternativa a.****20. a) Ácido butanoico.**

b) Metoximetano ou éter dimetílico.

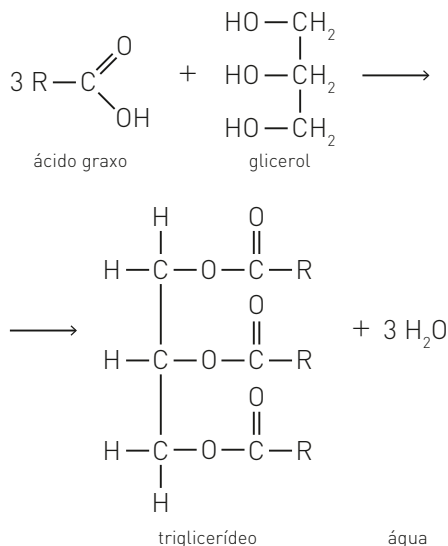
21. Alternativa d.

Os compostos com aroma de pepino e pera são, ambos, ésteres do ácido acético (etanoico).

22. a) Amida e éster.**b)****23. Alternativa e.****24. a) Éster e cetona.****b)**

25. Alternativa a.

Os óleos e gorduras são constituídos de triglicerídeos, que são ésteres da glicerina (daí reações de esterificação), com ácidos graxos, que são ácidos carboxílicos contendo uma cadeia carbônica de 4 a 36 átomos de carbono com uma ou mais ligações duplas.

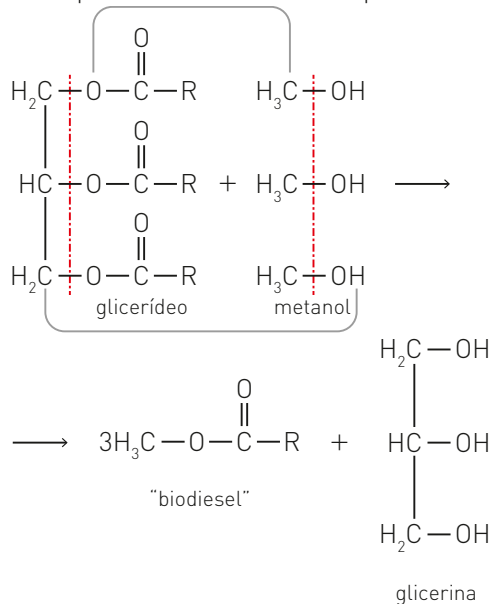


26. Alternativa b.

Os detergentes e sabões apresentam em sua estrutura uma parte apolar (longa cadeia carbônica), que interage com a gordura, e uma parte com carga, que interage com a água.

27. Alternativa b.

A reação entre um óleo comestível e um álcool origina ésteres menos complexos do que os triésteres presentes no óleo. Exemplo:

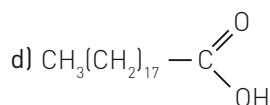
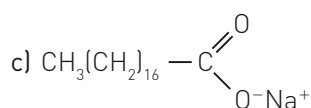


28. De acordo com o princípio de Le Chatelier, a adição de um excesso de álcool (reagente) causará o deslocamento do equilíbrio químico no sentido de formação dos produtos.

O éster contendo cinco átomos de carbono formado a partir de etanol é o propanoato de etila.

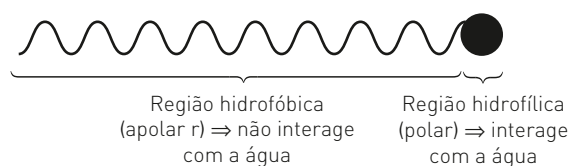
29. a) 3 carbonos saturados; $\text{C}_{19}\text{H}_{38}\text{O}_2$.

b) Éster; 298 g/mol.

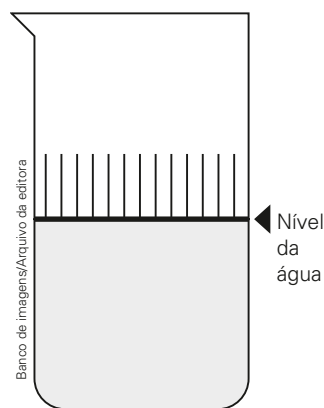


30. Alternativa c.

Considerando-se a representação do tensoativo:



A representação do sistema água + tensoativo adicionado sobre a água é:



31. a) Saponificação.

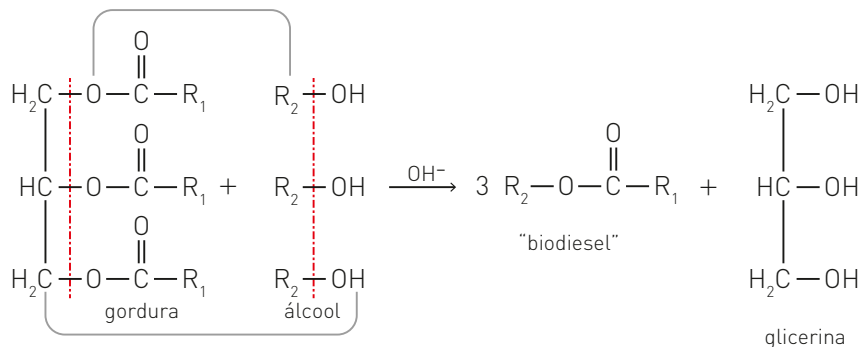
b) Sal de ácido carboxílico.

32. Alternativa b.

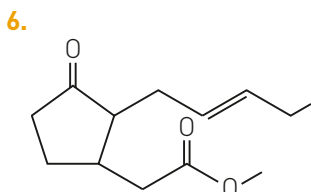
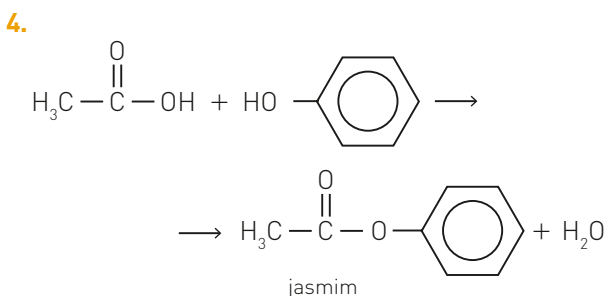
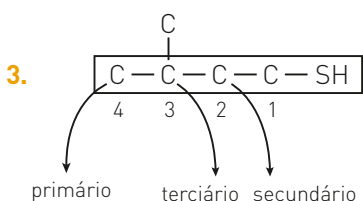
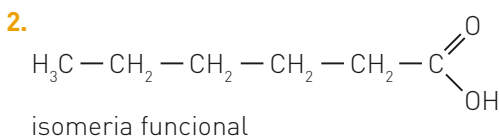
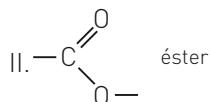
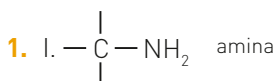
Trata-se da síntese de ésteres a partir de ácidos graxos derivados de óleos vegetais. Triésteres são utilizados na síntese de biodiesel (combustível alternativo).

33. Alternativa b.

Esse *fatberg*, resultado do descarte inadequado de gorduras e óleos usados em frituras, poderia ser reaproveitado na produção de biodiesel, por transesterificação em meio básico:



Desafiando seus conhecimentos (p. 556)

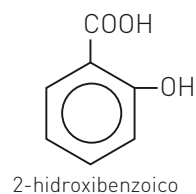
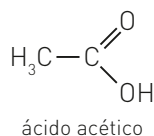


7. Alternativa c.

- a) Falsa: são a mesma substância.
- b) Verdadeira: ácidos reagem com bicarbonato liberando CO_2 .
- c) Verdadeira: ácido + álcool $\rightarrow$ éster
- d) Verdadeira: éster + água $\rightarrow$ ácido + álcool

8. Alternativa a.

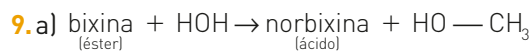
I. Correta. Produtos da hidrólise:



II. Correta.

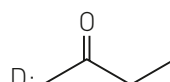
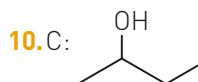
III. Incorreta. Está na posição orto.

IV. Incorreta. Os ácidos acético e salicílico não são isômeros.

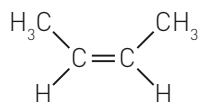


Reação de hidrólise.

- b) $-\text{COOH}$ = ácido carboxílico
- $-\text{COOCH}_3$ = éster
- c) $-\text{grupos CH}_3 = 5$

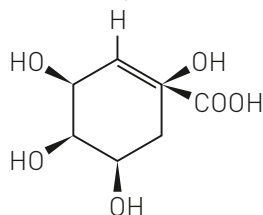


Isômero geométrico do transbuteno:



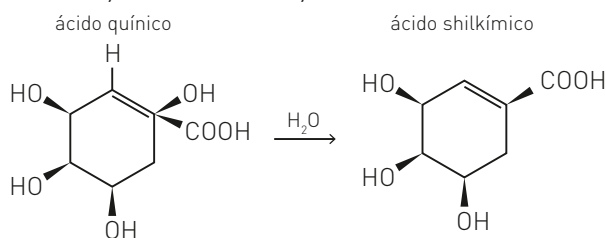
11. Alternativa e.

12. a) Ácido quínico.



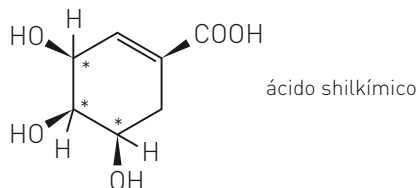
-Fórmula molecular: $\text{C}_7\text{H}_{12}\text{O}_6$.

-Reação de desidratação:

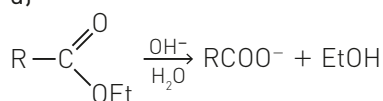


b) No Tamiflu são amina e amida.

c) Carbonos com quatro ligantes diferentes e pos-
sui três carbonos quirais.



d)



13. Alternativa e.

[I] Incorreta: são formados por ésteres de ácidos
graxos insaturados.

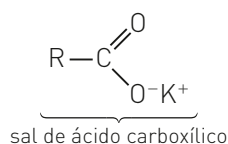
[II] Incorreta: saponificação é a reação de óleo ou
gordura com base solúvel (NaOH , KOH , NH_4OH).

[III] Incorreta: não existe colesterol em óleos ve-
getais.

[IV] e [V] Corretas: sofrem reação de adição por
apresentarem insaturações.

14. V - V - V - V - F.

[I] Verdadeira:



[II] Verdadeira:



[III] Verdadeira: glicerol ou glicerina.

[IV] Verdadeira: é usada na produção de nitrogli-
cerina.

[V] Falsa: os ácidos carboxílicos de cadeia longa
são praticamente insolúveis em água.

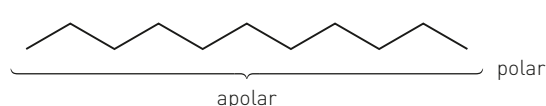
15. Corretas: a, d; incorretas: b, c.

a) Correto. Todo sabão produzido por óleo ou gor-
dura vegetal ou animal é biodegradável.

b) Incorreto. Por apresentar ramificações, será
não biodegradável.

c) Incorreto. Produz um sal de ácido, mas de ca-
deia curta, logo não é um sabão.

d) Correto:



16. Alternativa b.

17. Alternativa a.

A e B têm mesma fórmula molecular, logo são
isômeros e detergentes, sendo:

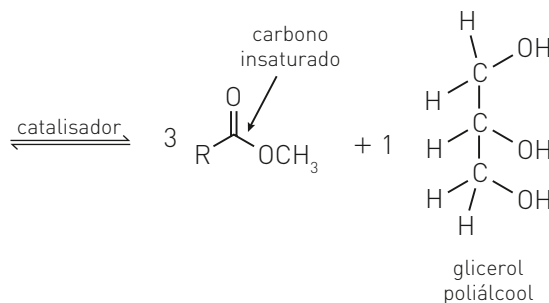
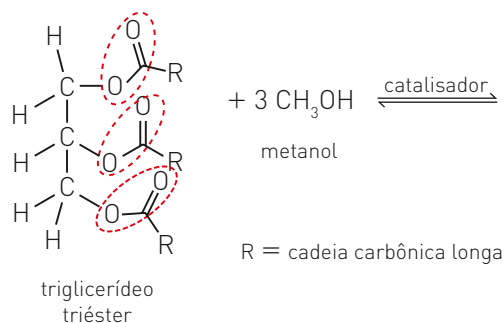
A = não biodegradável (cadeia ramificada);

B = biodegradável (cadeia reta);

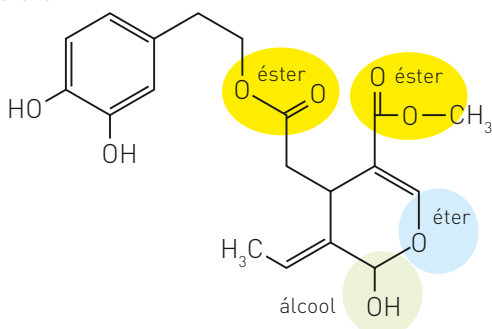
C = sabão (biodegradável).

Sabões e detergentes diminuem a tensão super-
ficial.

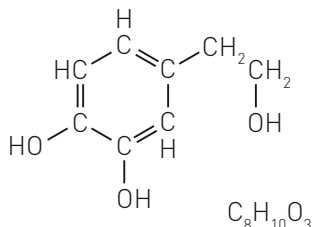
18. Alternativa b.



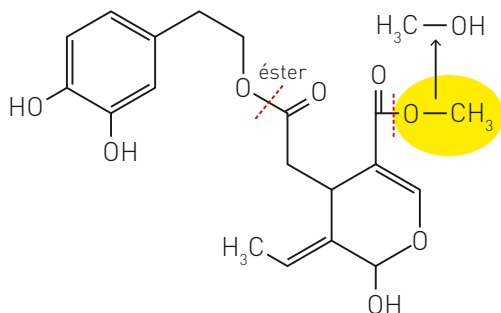
- 19.a) Funções orgânicas presentes na molécula de oleuropeína, além da função fenol: éster, álcool e éter.



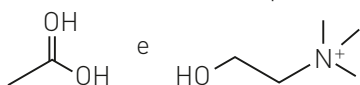
- b) Fórmula molecular do hidroxitirosol: $C_8H_{10}O_3$.



O segundo álcool que pode ser obtido a partir da hidrólise ácida da oleuropeína é o metanol (H_3C-OH).



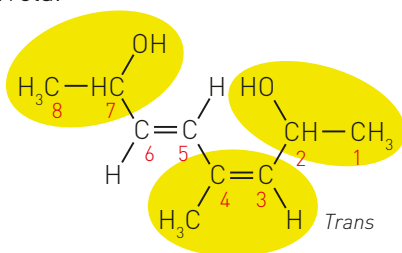
- 20.a) Por possuir um carbono assimétrico, a rivastigmina apresenta isomeria espacial do tipo óptica.
b) A enzima AChE promove a hidrólise do éster acetilcolina, formando como produtos:



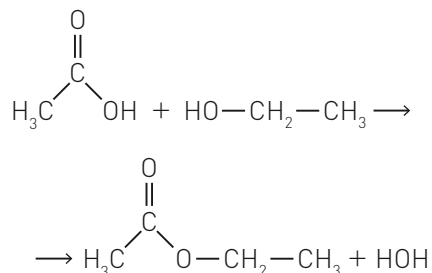
21. Alternativas corretas: 02, 08 e 16.

01) Incorreta. O composto I é não um enol, trata-se de um álcool, pois o grupo OH está ligado a carbono saturado.

02) Correta.

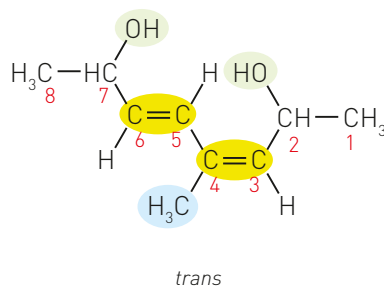


- 04) Incorreta. O composto II pode ser formado por uma reação de esterificação entre ácido etanoico e etanol, com liberação de uma molécula de água.



- 08) Correta. O composto I deve possuir maior ponto de ebulição do que II, pois apresenta dois grupos OH em sua estrutura e maior número de carbonos, gerando uma atração intermolecular mais intensa.

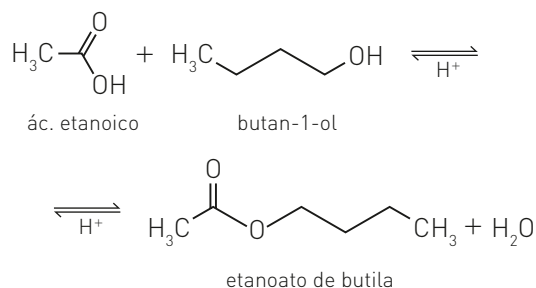
- 16) Correta.



22. Alternativa a.

- 23.a) Incorreta. Os compostos: etanoato de butila ($C_6H_{12}O_2$) e butan-1-ol ($C_4H_{10}O$) não possuem a mesma fórmula molecular, portanto, não são isômeros.

- b) Correta.



- c) Incorreta. O butan-1-ol é um monoálcool, de cadeia aberta normal e homogênea.

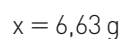
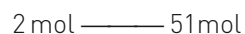
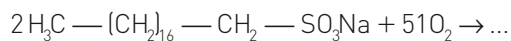
- d) Incorreta. O etanoato de butila é um éster que não apresenta isomeria óptica, pois não apresenta carbono quiral.

- e) Incorreta. A reação de oxidação de álcoois primários, formam aldeídos e, ao sofrer nova oxidação, formará ácidos carboxílicos.



a) Incorreta: CO_2 é molécula apolar.

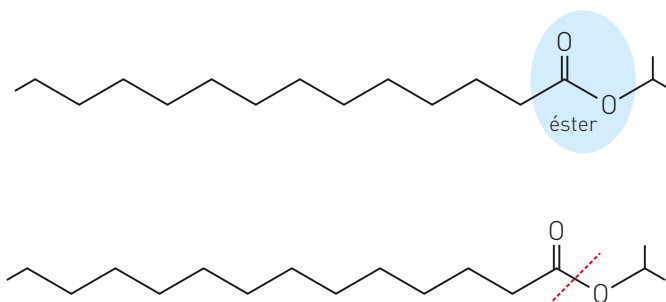
b) Incorreta:



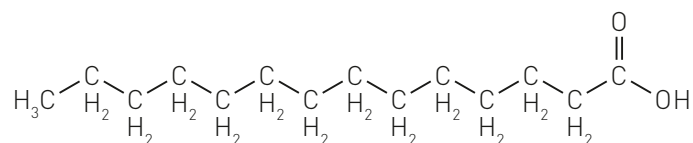
c) Correta: sal de ácido sulfônico de cadeia reta.

d) Incorreta: o sal Na_2SO_4 não se hidrolisa, logo a solução será neutra.

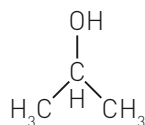
25. Função orgânica à qual pertence o miristato de isopropila: éster ou éster de ácido carboxílico.



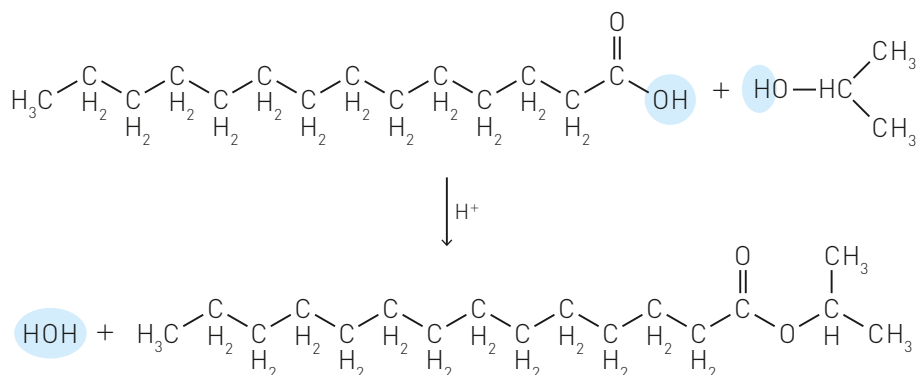
Fórmula estrutural do ácido mirístico:



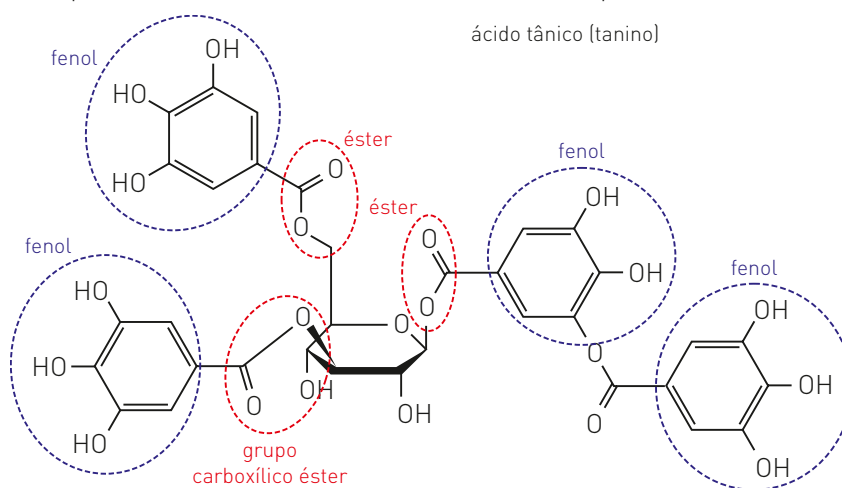
Fórmula estrutural do álcool isopropílico:



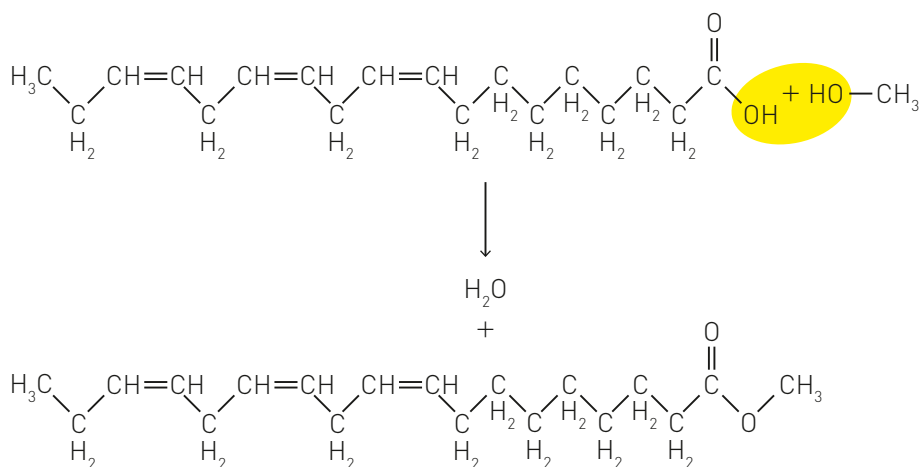
Equação que representa a reação pela qual é obtido o miristato de isopropila:



- 26.a)** O grupo funcional carboxilato (função éster) une os anéis aromáticos ao anel não aromático no tanino. O grupo funcional que confere características ácidas a esse composto é o fenol.



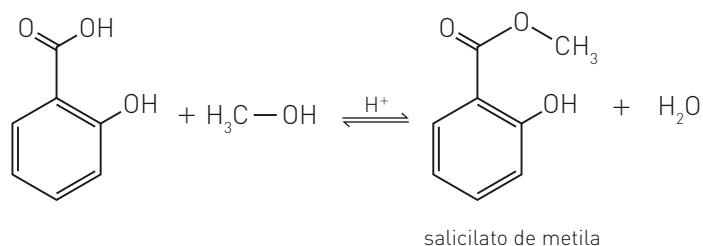
- b)** Equação química da reação entre o ácido alfa-linolênico e o metanol:



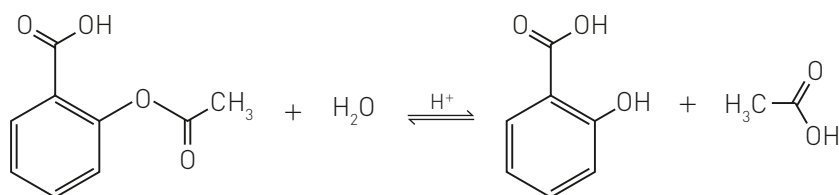
- 27.** Alternativa a.

Uma vez que as membranas de organismos não extremófilos é formada por ésteres, sua degradação em meio ácido é caracterizada como hidrólise.

- 28.a)** Reação de formação do salicilato de metila formado a partir da esterificação em meio ácido do ácido 2-hidroxibenzoico com metanol:

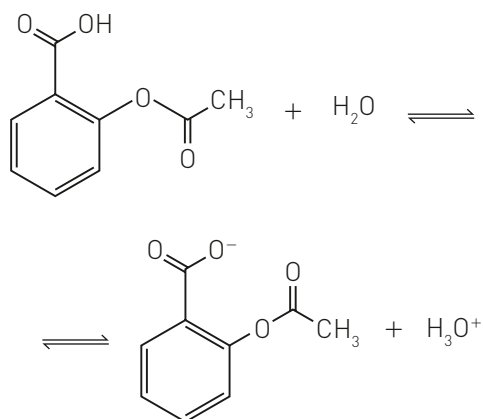


- b)** Reação de hidrólise do AAS em meio ácido:



c) As formas de se deslocar o equilíbrio a fim de aumentar a síntese de salicilato de metila são: aumentar as concentrações de reagentes ou retirar produtos da reação.

d) Reação de dissociação do AAS:



29. Alternativa a.

O sabão possui em sua molécula uma cadeia orgânica apolar e uma extremidade polar. A cadeia apolar se mistura com a gordura, através de interações de Van der Waals, já a parte polar da cadeia irá interagir com a água, por ligação de hidrogênio, formando, assim, um sistema água-sabão-gordura, chamado de micela, que permite que a água remova a gordura e promova a limpeza dos utensílios domésticos.

30. Alternativa b.

O sabão apresenta propriedades tensoativas, ou seja, possui uma molécula com uma longa cadeia orgânica apolar que não se liga à água e sim aos compostos oleosos (as sujidades), e uma extremidade polar que irá se ligar à água. No processo de limpeza, forma-se um sistema: água-sabão-gordura, permitindo que a água remova a gordura.

31. Alternativa b.

Um dos efeitos da adição de surfactante à água é a redução da tensão superficial dela.

32. Alternativa e.

Os fosfolípidios são anfifílicos e se organizam em dupla camada, de maneira a permitir a interação dos fosfatos de suas extremidades com os meios aquosos, bem como a interação das caudas apolares entre si.

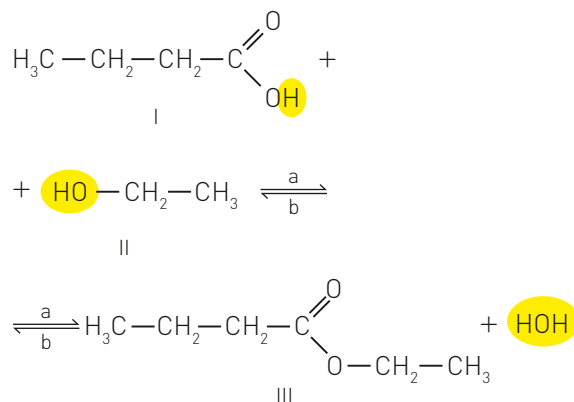
33. Alternativas corretas: 02, 04 e 16.

No Brasil, o biodiesel é comercializado.

- O biodiesel consiste em uma mistura de ésteres produzidos a partir de ácidos graxos (reações de esterificação e reações de transesterificação).
- A combustão de biocombustíveis em veículos automotores reduz a quantidade de gases com capacidade de originar a chuva ácida, como SO_2 e NO_2 .
- No Brasil, o etanol é obtido a partir da cana-de-açúcar ou da transesterificação.
- Biocombustíveis, como o biodiesel, podem ser produzidos a partir de matéria-prima vegetal, como a soja.
- A queima de combustíveis fósseis, carvão, biodiesel e etanol produz gás carbônico e água.

34. Alternativas corretas: 08 e 16.

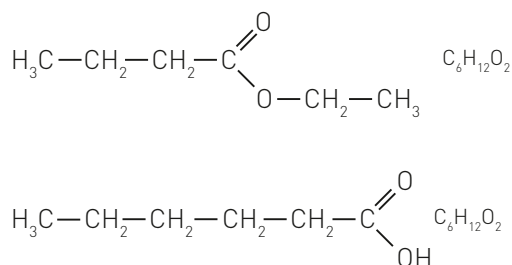
01) Incorreta. O composto I (ácido butanoico) possui um átomo de hidrogênio ionizável, o que o classifica como um ácido monoprótico.



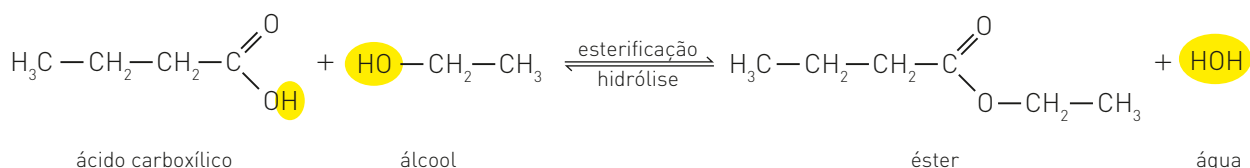
02) Incorreta. O composto I é o ácido butanoico.

04) Incorreta. O composto II é o etanol.

08) Correta. O composto III é isômero de função do ácido hexanoico.



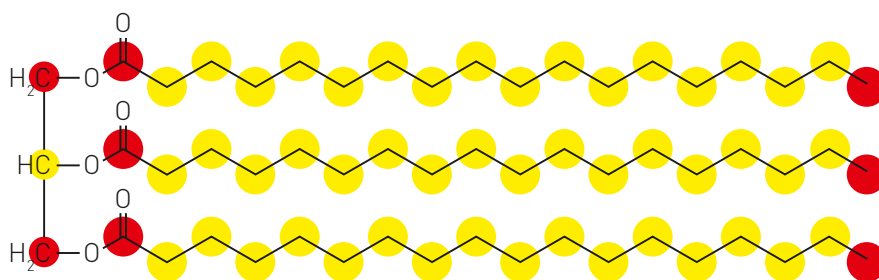
16) Correta. A reação que ocorre no sentido indicado pela letra "a" é denominada esterificação, ao passo que a reação que ocorre no sentido indicado por "b" é uma hidrólise.



32) Incorreta. A adição do composto I ou II em excesso favorecerá a reação no sentido indicado pela letra "a" (esterificação), deslocando o equilíbrio da reação para a direita devido ao aumento da concentração dos reagentes da reação direta.

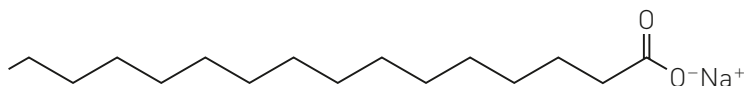
35. a)

- 49 carbonos secundários
- 8 carbonos primários



Composto 1

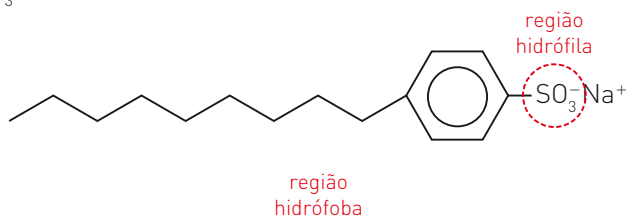
- b) Nome sistemático (IUPAC) do composto 2: hidróxido de sódio.
 Nome sistemático (IUPAC) do composto 3: propan-1,2,3-triol.
 c) O tipo de reação química a partir dos compostos 1 e 2 é a saponificação ou hidrólise salina.
 d) O composto 1 pertence à função química éster ou triéster.
 e) Estrutura simplificada do composto 4:



Fórmula molecular do composto 4: $\text{C}_{18}\text{H}_{35}\text{NaO}_2$.

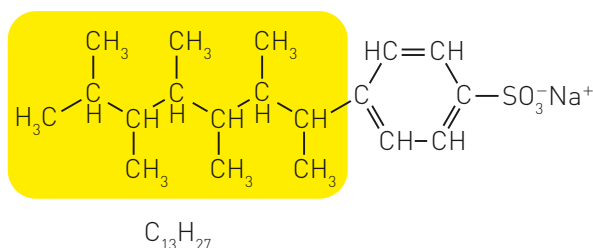
36. Alternativa b.

- a) Incorreta. A parte hidrófoba (apolar) do sabão representado em I não se associa com as moléculas de água (polar).
 b) Correta. O composto químico representado em II apresenta como parte hidrófila a extremidade polar representada por $-\text{SO}_3^-$.

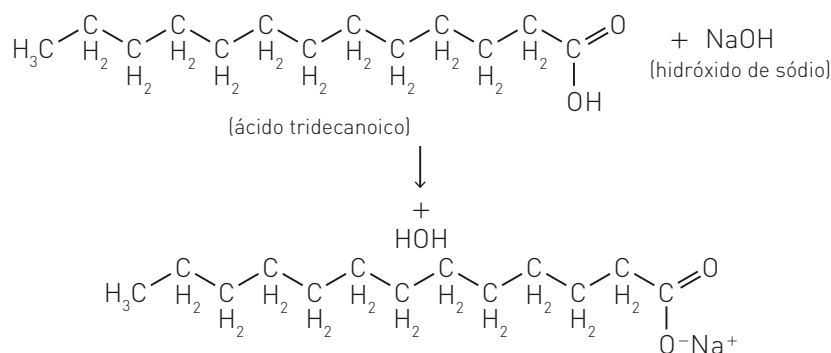


- c) Incorreta. A existência da cadeia carbônica ramificada na estrutura do detergente não contribui para a decomposição da substância química por micro-organismos, ou seja, detergentes que apresentam cadeias ramificadas não são biodegradáveis.

d) Incorreta. O hidrogênio do benzeno, matéria-prima para a fabricação dos detergentes, é substituído por um radical alquil representado por $-C_{13}H_{27}$ na estrutura III.



e) Incorreta. A substância química representada em I é obtida pela reação entre o ácido tridecanoico, $[C_{13}H_{26}O_2]$ e a solução de hidróxido de sódio (NaOH).



37. Alternativa e.

A reação é realizada na ausência de água para impedir reações de hidrólise concorrentes com a transesterificação.

38. Alternativa b.

Quanto menor a presença de insaturações (ligações duplas), maior a resistência à oxidação, ou seja, quanto mais saturado for o composto mais ele resiste à oxidação.

Analisando a tabela:

Mirístico (C14:0) 0 insaturação	Palmítico (C16:0) 0 insaturação	Estearico (C18:0) 0 insaturação
Oleico (C18:1) 1 insaturação	Linoleico (C18:2) 2 insaturações	Linolênico (C18:3) 3 insaturações

A partir dos ácidos graxos mirístico, palmítico e estearico, vem:

Teor médio do ácido graxo (% em massa)

	Mirístico (C14:0)	Palmítico (C16:0)	Estearico (C18:0)	Total
Milho	0,1	11,7	1,9	13,7%
Palma	1,0	42,8	4,5	48,3%
Canola	0,2	3,5	0,9	4,6%
Algodão	0,7	20,1	2,6	23,4%
Amendoim	0,6	11,4	2,4	14,4%

Palma 48,3 % (composto mais saturado)

39. Alternativa c.

Somente o composto II possui em sua estrutura o triéster, que, através de uma reação de transesterificação, produz o biodiesel.

40. a) Dados:

Solubilidade do KOH em etanol a 25°C = 40 g em 100 mL.

Adicionou-se 1,5 g de KOH a 35 mL de etanol, agitando-se continuamente a mistura.

100 mL (etanol) ————— 40 g (KOH)

35 mL (etanol) ————— m_{KOH}

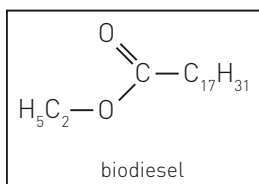
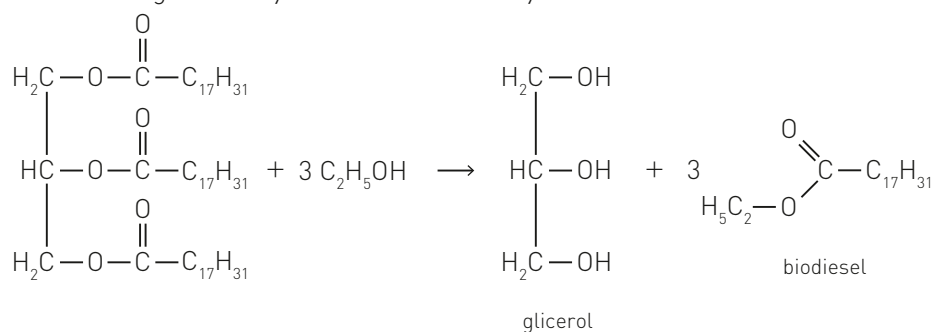
$m_{\text{KOH}} = 14 \text{ g}$ (valor máximo que pode ser dissolvido)

Foi colocado 1,5 g.

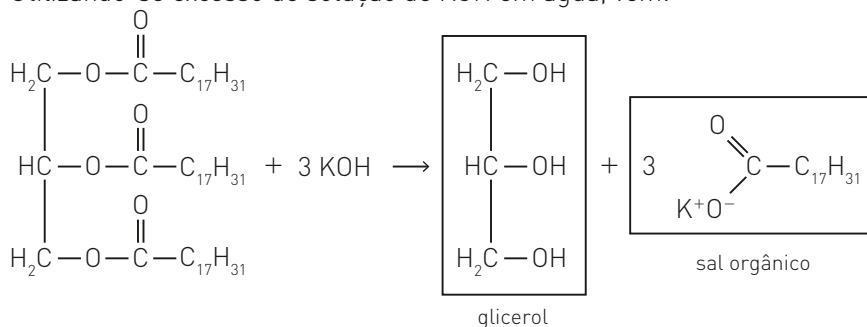
$1,5 \text{ g} < 14 \text{ g}$

Conclusão: toda a quantidade de KOH empregada no procedimento descrito se dissolveu.

b) Tem-se a seguinte reação de transesterificação:



c) Utilizando-se excesso de solução de KOH em água, vem:



Leia, analise e responda – Alcoólise (p. 570)

Um dos fatos que tem proporcionado ao Brasil uma posição de destaque é a produção e o uso dos chamados biocombustíveis. Como o etanol já está consagrado mundialmente e foi bem discutido, escolhemos o biodiesel para este texto.

O professor pode discutir desde aspectos geoeconômicos (como as oleaginosas mais utilizadas e suas regiões produtoras) até o impacto ambiental do biodiesel.

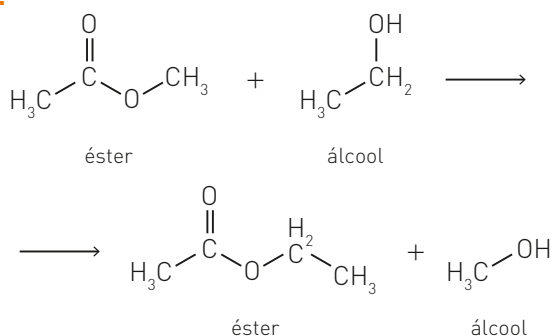
Neste ponto, basta que o aluno saiba identificar a equação da reação de produção do biodiesel e a função das substâncias que formam o biodiesel: ésteres utilizados nas mais diversas indústrias, na segurança pública (como é o caso do uso do bafômetro) e na Medicina (como é o caso da determinação do teor de glicose na urina).

1. Resposta pessoal do aluno.

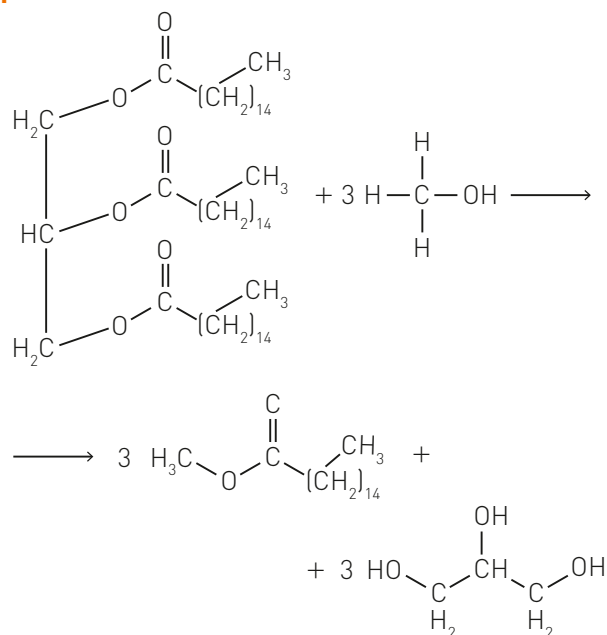
2. Resposta pessoal do aluno.

3. Resposta pessoal do aluno.

4.



5.



Conexão

Saúde (p. 573)

Olestra

O texto mostra a ação da lipase sobre óleos e gorduras ingeridos e sua atuação sobre o olestra. O professor pode encaminhar a discussão desse texto a partir dos hábitos alimentares e explicar aos alunos que o uso do olestra, sob recomendação e orientação médica, pode ser analisado de dois pontos de vista:

- a) pode ser benéfico no caso do tratamento da obesidade;
- b) pode ser prejudicial, pois dificulta a absorção de vitaminas A, D e E e pode provocar cólicas abdominais e diarreias.

1. A hidrólise dos triglicérides produz álcool (glicerol) e ácido carboxílico.

2. A olestra, por não ser metabolizada, não agrega nenhuma caloria à dieta.

3. As vitaminas A, D, E e K são lipossolúveis, pois suas estruturas apresentam predominantes porções apolares (formadas apenas por carbono e hidrogênio).

4. A orlistat inibe a ação da lipase, impedindo a hidrólise dos triglicérides e, portanto, a sua metabolização.

Atividade prática – Produzindo sabão (p. 575)

Consideramos que esse experimento pode ser mais bem explorado quando feito pelo professor, que pode conduzir o procedimento explicando as reações.

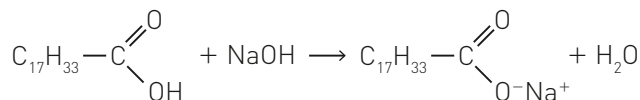
O professor pode comentar com os alunos sobre a poluição, principalmente das águas, causada pelo descarte de óleo usado nos encanamentos, e indicar algumas ONGs da região que recolhem óleo usado para fabricar sabão ou biodiesel.

1. Resposta pessoal do aluno.

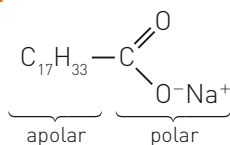
2. Sim, pois é feito à base de óleo vegetal.

3. Professor, para responder a essa questão, encaminhe uma pesquisa utilizando os recursos disponíveis na sua escola.

4.



5.



6.



Usado na fabricação de cremes e de explosivos, agente umectante.

7. Não se forma espuma no tubo que contém pó de giz. Os detergentes são mais eficientes que os sabões quando na presença de íons Ca^{2+} e/ou Mg^{2+} , pois seus ânions não formam sais insolúveis com esses íons. Nessa situação, quando usamos sabões, uma parte deles é utilizada para retirar aqueles íons, ou seja, para “amolecer” a água.

Capítulo 24

Aminas, aminoácidos e amidas

Objetivos do capítulo

- Identificar fórmulas de aminas e aminoácidos;
- conhecer alguns usos desses compostos;
- comparar os comportamentos da amônia e de uma amina na presença de água ou de um ácido;
- relacionar o caráter anfótero dos aminoácidos com os grupos ($-\text{NH}_2$ e $-\text{COOH}$) presentes em sua estrutura.

Sugestões de abordagem

O professor pode começar a aula pedindo aos alunos que citem funções com compostos de baixa massa molar com cheiro característico. Espera-se que eles se lembrem dos álcoois, dos ácidos carboxílicos, dos éteres e dos ésteres. Se nenhum aluno se lembrar das aminas, o professor pode fazê-lo. Se algum aluno lembrar, dizer que uma das substâncias responsáveis por esse cheiro é a metilamina (cheiro de peixe). Pedir a algum aluno que diga sua fórmula estrutural, e anotá-la na lousa.

Perguntar a seguir se algum aluno conhece um procedimento para eliminar o cheiro de peixe. A partir da resposta ou da informação do professor (suco de limão), chega-se à conclusão de que as aminas têm caráter básico.

Então, equacionam-se suas reações com água e com soluções ácidas, comparando-as com a amônia.

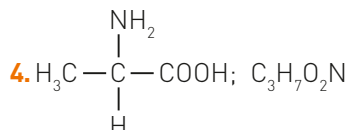
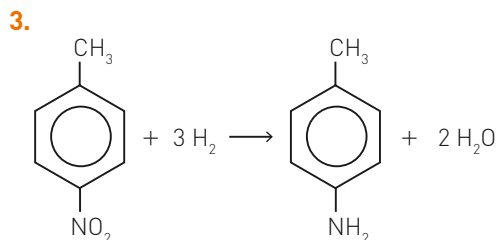
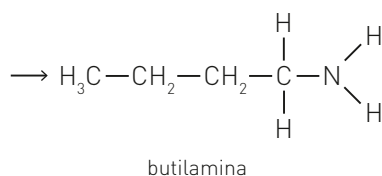
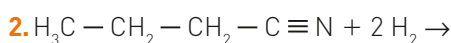
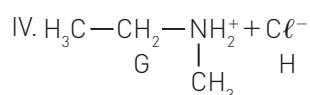
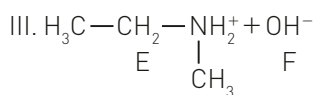
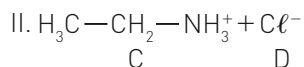
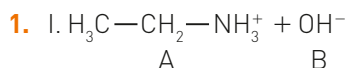
A seguir, definir aminoácidos e, pelo reconhecimento das funções (amina e ácido carboxílico), demonstrar, pelo equacionamento, seu caráter anfótero.

Seria conveniente que quando o professor equacionasse a formação de um dipeptídeo para mostrar a formação da ligação peptídica fizesse-o invertendo a posição dos aminoácidos, como, por exemplo:

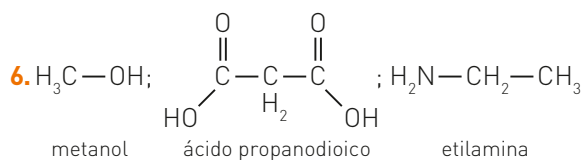
- glicina + amina $\longrightarrow$
- alanina + glicina $\longrightarrow$

Assim, pode-se comentar como a sequência em que os ácidos se unem é fundamental para entender as estruturas das proteínas e do DNA.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 587)

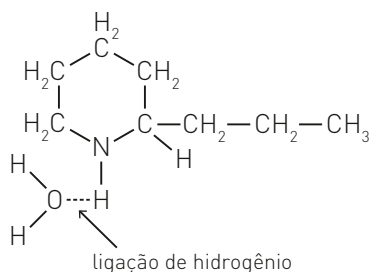


5. A alanina possui caráter ácido devido à presença da carboxila e caráter básico em função da presença do grupo amino.



Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 588)

1. Alternativas corretas: 08, 16 e 32.



- Amina secundária
- F. molecular = $C_8H_{17}N$
- M. molar = $127 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- Cadeia heterocíclica

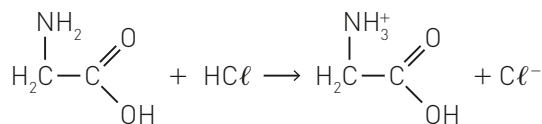
2.a) Função amina: $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{N} \\ | \\ \text{H} \end{array}$

b) $C_{16}H_{28}O_4N_2$: M. molar = 312 g/mol

$$\begin{array}{l} \text{C} \begin{cases} 312 \text{ — } 100\% \\ 192 \text{ — } x \end{cases} \quad x = 61,5\% \text{ C} \\ \text{H} = 9\% \quad \text{O} = 20,5\% \quad \text{N} = 9\% \end{array}$$

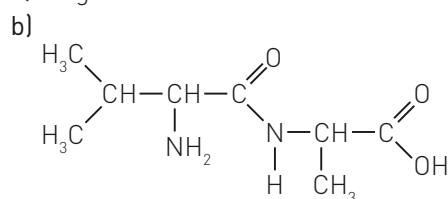
3. I. Amina e ácido carboxílico

II. Amina – Básica; Ácido carboxílico – Ácido

$$\text{III.} \quad \begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ | \\ \text{H}_2\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OH} \end{array} \end{array} + \text{NaOH} \rightarrow \begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ | \\ \text{H}_2\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{O}^-\text{Na}^+ \end{array} \end{array} + \text{H}_2\text{O}$$


4. Alternativa d.

5.a) Oxigênio.



c) Isoleucina.

6. Alternativa d.

7. Alternativa c.

A fórmula molecular correspondente à estrutura é $C_{20}H_{26}N_2O$. Na estrutura, nota-se a função amina, que confere caráter alcalino à molécula.

8. Alternativa c.

O composto II tem caráter básico graças à função amina e, de acordo com o texto, não atrai os insetos.

9. Alternativa b.

I. Falsa. Apresenta em sua estrutura as funções amina e amida.

II. Verdadeira. A basicidade de Bronsted é conferida pelas funções amina.

III. Verdadeira. Todos os carbonos dos anéis são secundários.

IV. Falso. Sua fórmula é $C_8H_{10}N_4O_2$.

10. Alternativa d.

11. Alternativa d.

Uma vez que a metilamina e a etilamina são substâncias de caráter básico (por conta da função amina), o soluto adequado para neutralizá-las deve ser um ácido.

12. Alternativa b.

A formação, por exemplo, de cloridratos (cloretos de amônio orgânico) é possível graças à basicidade das aminas.

13. Alternativa e.

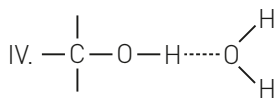
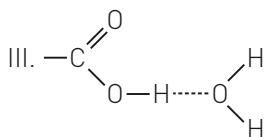
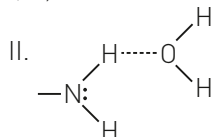
A forma catiônica da benzocaína corresponde à protonação da função amina.

14. Alternativa a.

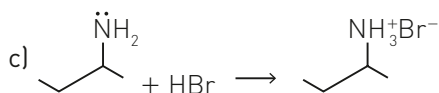
O aquecimento de peptídeos em soluções fortemente ácidas ou básicas acarreta na sua hidrólise.

Desafiando seus conhecimentos (p. 591)

1. a) II, III e IV.



b) Molécula apolar – dipolo induzido.



d) III é mais solúvel por ser mais polar.

2. Alternativa d.

Ácidos = fenol e ácido carboxílico, $pH < 7$.

Básicos = amina, $pH > 7$.

Neutro = álcool.

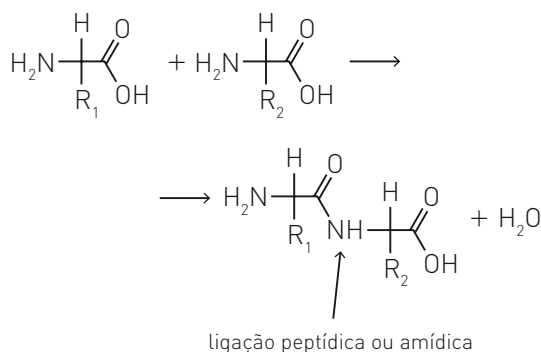
3. Alternativa d.

Quanto maior o K_b , maior o caráter básico.

4. Alternativa b.

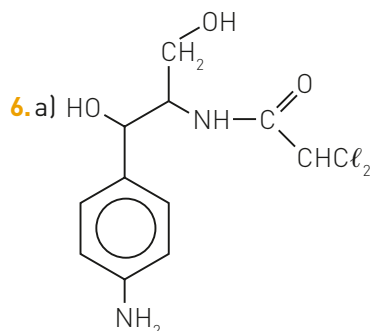
A ligação peptídica ou amídica é formada pela interação entre a carboxila de um aminoácido e o

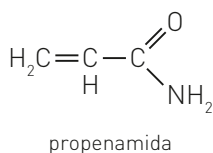
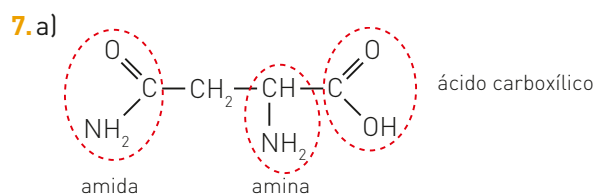
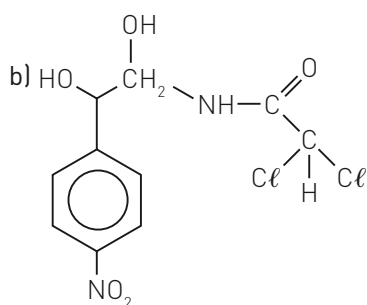
grupo amina de outro, conforme o modelo mostrado abaixo:



5. Alternativa e.

A ordem da ligação influencia na formação de dipeptídeos; logo, podemos formar $3 \cdot 3 = 9$ dipeptídeos.



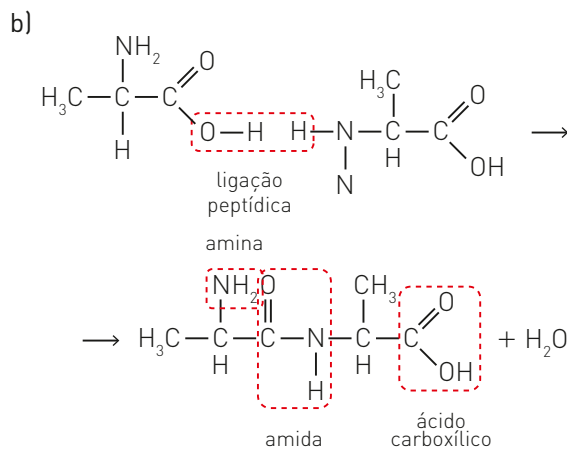
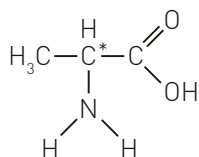


b) $H(c) < H(b) < H(d) < H(a)$.

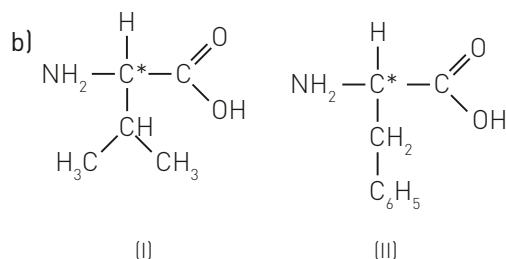
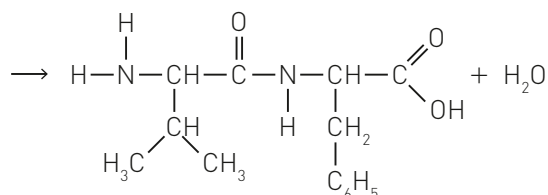
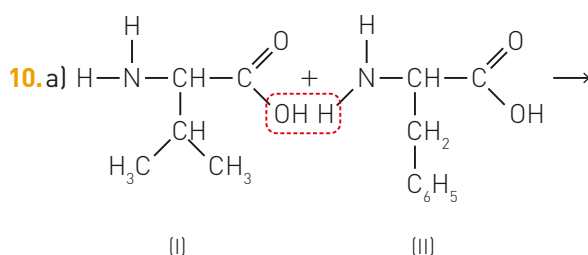
8. Alternativa a.

Possuem ao mesmo tempo carboxila e amina em alfa: I e V.

9.a) Como tem um carbono assimétrico, esse aminoácido apresenta atividade óptica.



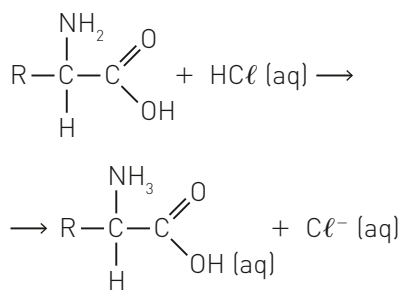
c) Amina, amida, ácido carboxílico.



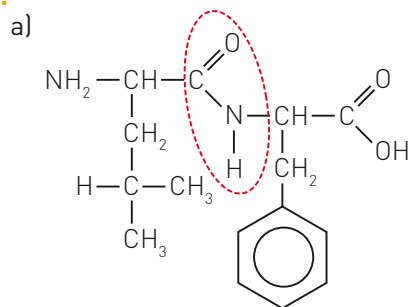
C* assimétrico (quiral)

c) Os aminoácidos são anfóteros, isto é, apresentam caráter ácido e básico. Portanto, reagem com ácidos e bases.

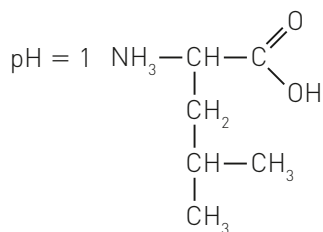
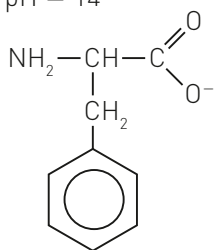
Generalizando:



11.



b) pH = 14



c) Dois isômeros ópticos ativos.

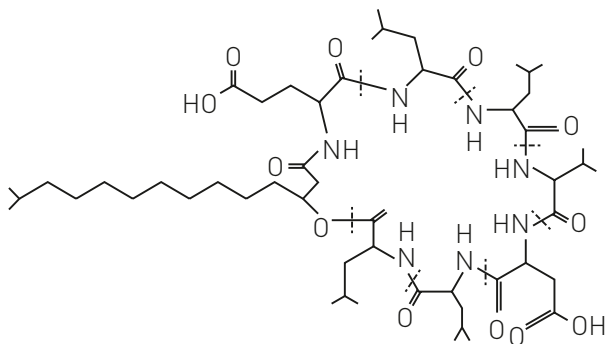
12. Alternativa d.

A lisina e a hidroxilisina são aminoácidos, uma vez que ambas as estruturas apresentam os grupos amino ($-\text{NH}_2$) e carboxila ($-\text{COOH}$).

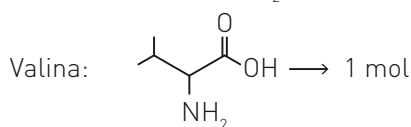
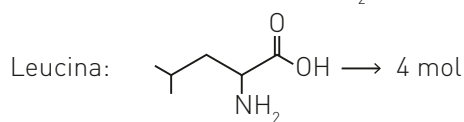
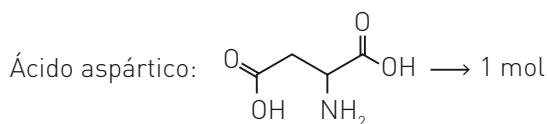
A cadaverina, por sua vez, apresenta a função química amina.

13. Alternativa d.

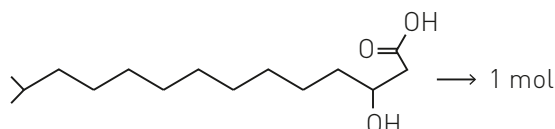
As hidrólises que podem ocorrer nos grupos amida e éster da surfactina estão representadas por pontilhados:



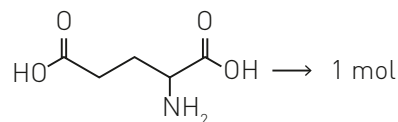
A partir dessas hidrólises são obtidas as seguintes moléculas:



ácido-3-hidróxi-13-metiltetradecanoico:

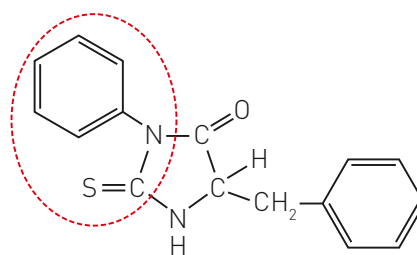


ácido glutâmico:

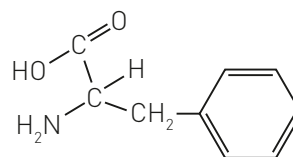


14. a) As moléculas das hidantoínas produzidas nas reações podem ser utilizadas na descoberta dos aminoácidos que as compõem.

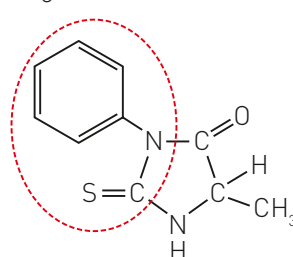
Primeira hidantoína



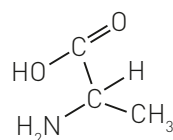
produz



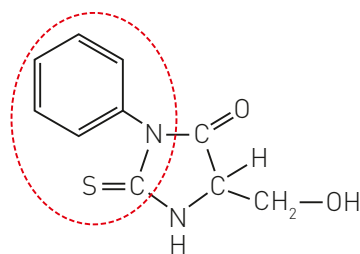
Segunda hidantoína



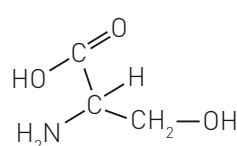
produz



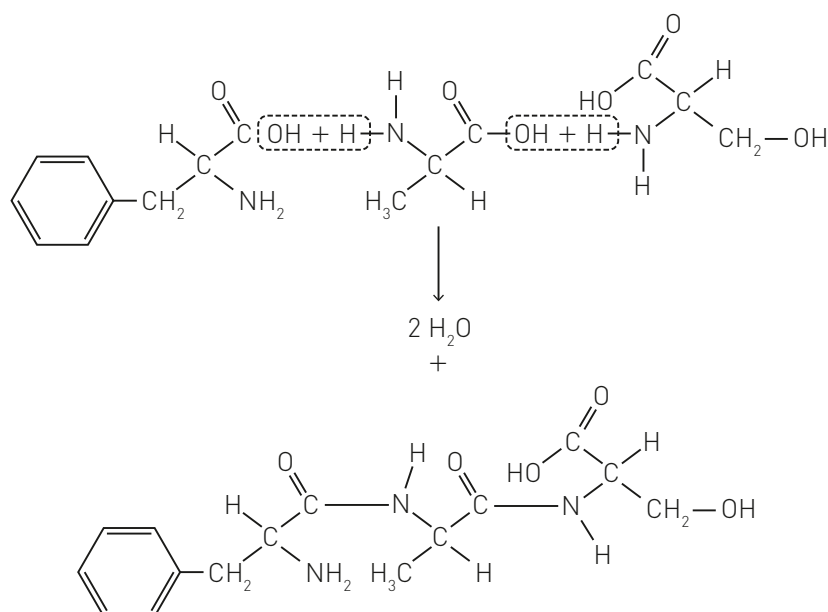
Terceira hidantoína



produz



- b) A condensação dos três aminoácidos obtidos no item anterior, na ordem dada, gerando o peptídeo desconhecido, pode ser representada

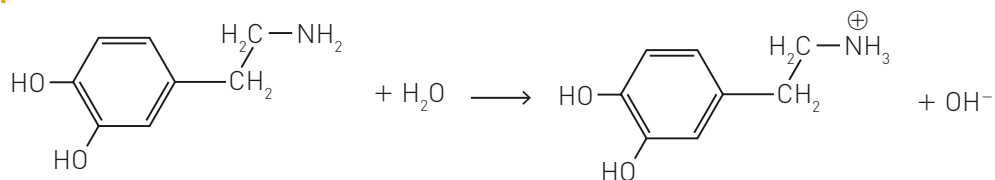


15. Alternativa e.

I. Incorreta. A base se caracteriza como doador de um par de elétrons.

16. Alternativa c.

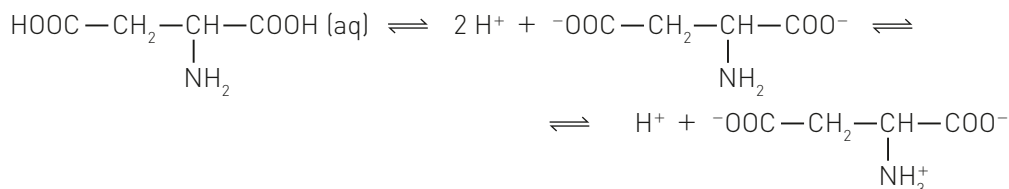
17.



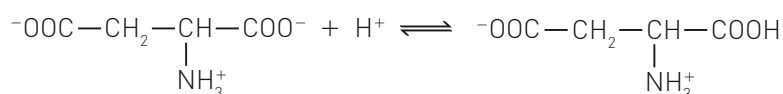
18. Alternativa c.

A alanina possui em sua estrutura um grupo amina e um grupo carboxílico. Com isso, em soluções próximas da neutralidade ($\text{pH} = 7$), o aminoácido terá uma quantidade de cargas positivas igual à de negativas. Alanina $\Rightarrow$ II.

O aspartato possui dois grupos carboxílicos e apenas um amina. Com isso, em sua solução aquosa, esse aminoácido tende a ficar na forma de um ânion de acordo com a equação:

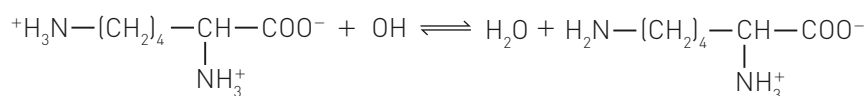


Para que a quantidade de carga negativa fique igual à de carga positiva, devemos protonar o aminoácido, o que é conseguido em soluções mais ácidas:



Aspartato $\Rightarrow$ I.

De modo inverso, como a lisina possui dois grupos amina e apenas um ácido carboxílico, para que a quantidade de cargas negativas e positivas seja igual, devemos ter uma solução básica:



Lisina $\Rightarrow$ III.

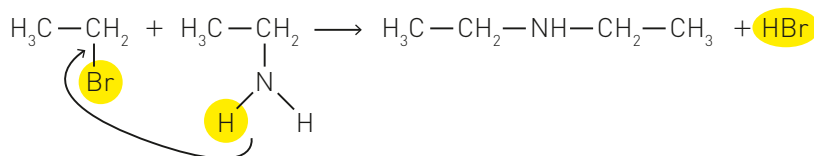
19. Alternativa e.

A eficiência do uso do vinagre, nesse caso, se explica pela reação de neutralização entre o ácido acético e a piridina, que apresenta caráter básico no conceito de Lewis, o que resulta em compostos sem mau odor.

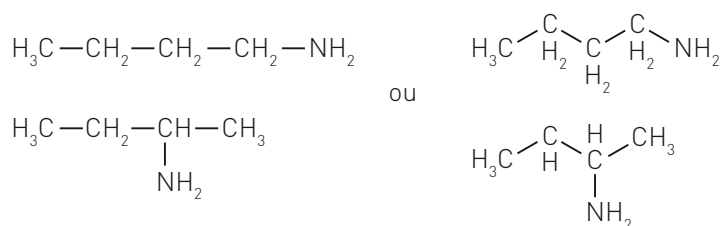
20. $\text{R} \cdot \text{X} + \text{R}' - \text{NH}_2 \rightarrow \text{R} \cdot \text{NH} \cdot \text{R}' + \text{HX}$

Caráter básico (no conceito de Lewis) mais acentuado significa a presença do maior radical orgânico ligado ao átomo de nitrogênio, neste caso o etil.

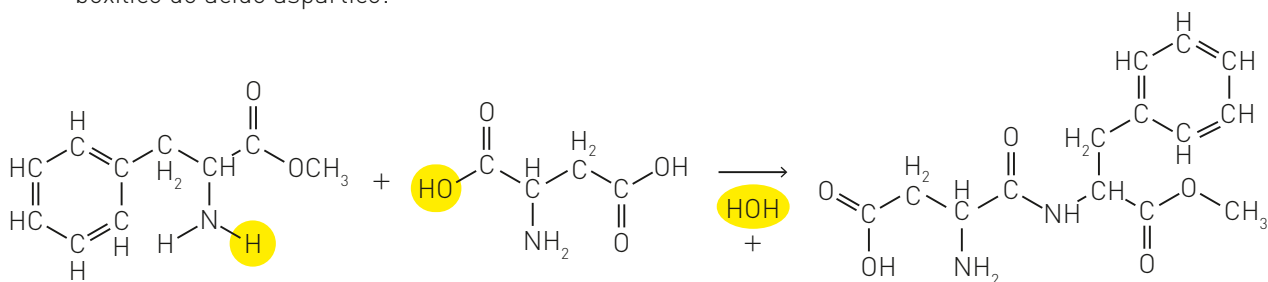
Equação química completa da reação entre o haleto de alquila (bromoetano) e o composto nitrogenado de caráter básico mais acentuado:



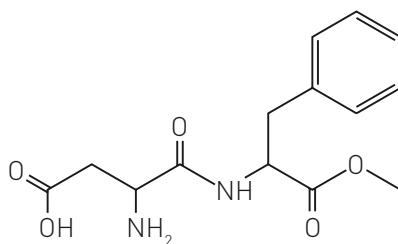
Fórmulas estruturais de duas aminas primárias (átomo de nitrogênio ligado a um átomo de carbono), de cadeia carbônica normal (não ramificada), isômeras da amina secundária sintetizada:



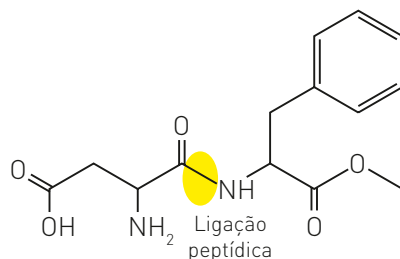
21.a) O aspartame é formado pela ligação peptídica entre o grupo amino da fenilalanina e o grupo ácido carboxílico do ácido aspártico:



Estrutura do aspartame (notação em bastão):



b) Ligação peptídica:



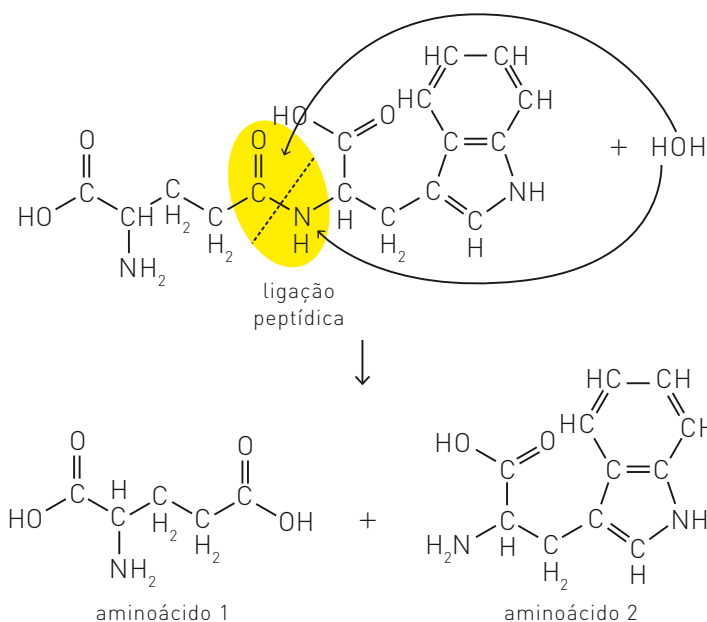
c) Função química que corresponde à ligação peptídica: amida.

22. a) De acordo com o texto fornecido no enunciado, a hidrólise dos polipeptídeos pode ser catalisada por enzimas, como a bromelina, presente no abacaxi.

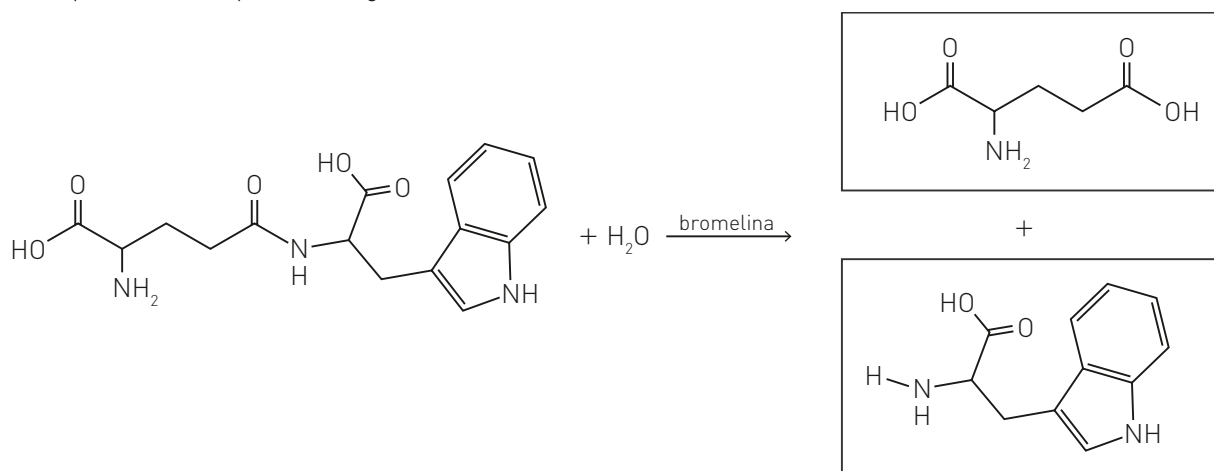
No experimento 3 o reagente utilizado foi o extrato de abacaxi previamente fervido e neste caso ocorreu a gelatinização. Isto significa que a hidrólise não foi possível, ou seja, a fervura degradou a bromelina, que não atuou no processo.

b) De acordo com o enunciado, na hidrólise de peptídeos, ocorre a ruptura das ligações peptídicas. No caso de um dipeptídeo, sua hidrólise resulta em dois aminoácidos.

Então,



Completando o esquema da figura, vem:



Unidade 8 – Polímeros

Em função da complexidade crescente das fórmulas estruturais e da dificuldade maior de representar as estruturas, optamos por começar com o estudo dos polímeros sintéticos. Essa escolha também se deve à proximidade com o estudo de reações orgânicas, como as das funções álcool, ácido carbônico e amina.

A introdução dos polímeros sintéticos também apresenta uma sequência com complexidade crescente.

Um enfoque semelhante deve ser dado aos polímeros naturais, principalmente aos polissacarídeos, usados na alimentação, e, quanto às proteínas, deve-se destacar a sua presença e importância em vários processos vitais.

Objetivos da unidade

- Identificar e representar equações das reações de formação de alguns polímeros;
- a partir da representação de um polímero, identificar o seu monômero;
- conhecer alguns dos usos dos policarbonatos e silicones.

Ideias iniciais

A sugestão para a abertura da unidade é que o professor explore as possibilidades da impressão 3D e seus impactos positivos.

A impressão de objetos tridimensionais (3D), também conhecida como manufatura aditiva, revolucionou a área de ciências dos materiais nos últimos anos pela capacidade e flexibilidade de impressão de variados tipos de geometrias complexas. A partir dessa tecnologia tornou-se possível a produção, em tempos cada vez menores, de diversos objetos: de brinquedos a próteses cirúrgicas e órgãos artificiais. Apesar do custo desse tipo de impressão ainda ser relativamente alto, essa tecnologia ganha cada vez mais aplicabilidade no nosso cotidiano e ainda deve expandir muito nos próximos anos.

Você sabe quais materiais são utilizados nas impressões 3D?

Seria importante o professor mencionar que os materiais utilizados na impressão 3D são plásticos, ou seja, polímeros – conteúdo que será abordado nos capítulos da unidade.

Material de apoio

Apresentamos a seguir sugestões para a ampliação dos temas abordados na unidade e, eventualmente, para subsidiar você sobre as pesquisas que são solicitadas aos alunos. É altamente recomendável que, caso pretenda compartilhar essas sugestões com seus alunos, você tenha acesso prévio a elas, para avaliar sua adequação, principalmente quando se tratar de conteúdo de endereços eletrônicos não exclusivamente educativos (como é o caso do YouTube). Endereços eletrônicos acessados em 24 jul. 2018.

Obs.: empresas comerciais eventualmente citadas somente para fins didáticos.

- Penicilina: efeito do acaso e momento histórico no desenvolvimento científico – *Química Nova na Escola*, vol. 34, n. 3, ago. 2012: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_3/03-QS-92-11.pdf>.
- O fator acaso – *Superinteressante*, ago. 1990: <<http://super.abril.com.br/ciencia/serendipidade-fatoracaso-439539.shtml>>.
- Papel: como se fabrica? (discute matérias-primas, reagentes químicos e processos empregados na produção do papel, além de aspectos históricos e ambientais) – *Química Nova na Escola*, n. 14, p. 3: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc14/v14a01.pdf>>.
- Reconhecendo o PET (discute a relação entre a constituição e as propriedades do polímero que compõe as embalagens PET – *Química Nova na Escola*, n. 15, p. 3: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc15/v15a01.pdf>>.
- Poliuretano: de travessieiros a preservativos, um polímero versátil – *Química Nova na Escola*, vol. 31, n. 3, p. 159: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/02-QS-3608.pdf>.
- Fordismo – Glossário do “jogo de empresas”, Fundação Getúlio Vargas: <<http://www5.fgv.br/ctae/publicacoes/Ning/Publicacoes/00-Artigos/JogoDeEmpresas/Karoshi/glossario/FORDISMO.html>>.
- Antropoceno: a época da humanidade – Bruno Martini e Catherine G. Ribeiro, *Ciência Hoje*, jul. 2011: <http://www.academia.edu/934167/Antropoceno_A_epoca_da_humanidade>.

Objetivos do capítulo

- Descrever como ocorre a formação de um polímero;
- descrever como ocorre a formação de um polímero de condensação;
- reconhecer as estruturas que representam o poliéster e as poliamidas.

Sugestões de abordagem

Com base na vivência do aluno e em conhecimentos adquiridos da leitura de jornais e revistas e mesmo nas conversas do dia a dia, pode-se começar a aula perguntando se algum aluno está utilizando um polímero. As respostas vão permitir que o professor discuta a definição e classifique alguns polímeros em naturais ou artificiais. Pedir aos alunos também que façam uma lista citando as vantagens e desvantagens do uso de polímeros e da influência dessas macromoléculas na comercialização de vários produtos.

A seguir, o professor pode falar que o náilon, um dos polímeros mais usados, tem um problema grave: é facilmente inflamável e queima muito rapidamente.

Para demonstrar isso, o professor pode queimar duas amostras: uma de algodão e outra de náilon.

Mencionar que, nos Estados Unidos, as roupas infantis confeccionadas com náilon devem ser recobertas por outro polímero que dificulte sua queima. Caso seja possível, o professor pode preparar esse polímero com o seguinte material:

- 60 g de sulfato de amônio
- 30 g de ácido bórico
- 7 g de bórax por litro de água

Esse polímero pode ser aspergido sobre uma amostra de náilon e levado a uma chama, verificando-se que aumenta a dificuldade na queima do náilon. Se esse polímero for preparado com uma quantidade muito pequena de água, apresentará um aspecto gelatinoso, que também pode ser mostrado aos alunos.

Algo a mais

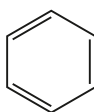
Orientações para a entrega de materiais recicláveis:

- Cempre: informa quem compra ou recebe material reciclável em todo o país: tel. 0/xx/11/3889-8564; <www.cempre.org.br> (Acesso em: 24 jul. 2018);
- Recicloteca (Centro de Informações sobre Reciclagem e Meio Ambiente): informa quem compra ou recebe material reciclável em todo o país: tel. 0/xx/21/2551-6215; <www.recicloteca.org.br> (Acesso em: 24 jul. 2018).

Conexão Tecnologia (p. 606)

Polímeros condutores

1. O poliacetileno é formado pelo rompimento de uma das ligações π que compõem a tripla ligação entre os átomos de carbono, com posterior formação de duas novas ligações simples com os monômeros vizinhos.
2. De acordo com o texto, o poliacetileno tem baixa densidade, não enferruja e pode formar lâminas finas.
3. O monômero do poli(*p*-fenileno) é o benzeno, cuja estrutura é mostrada a seguir:



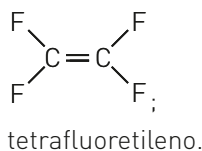
Benzeno

Esse composto possui três ligações duplas em sua estrutura, sendo que cada ligação dupla é formada por uma ligação σ e uma ligação π . Portanto, há três ligações π no monômero.

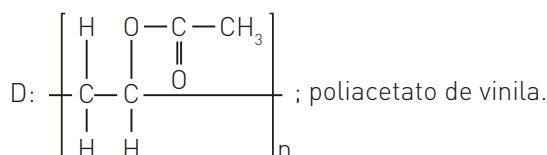
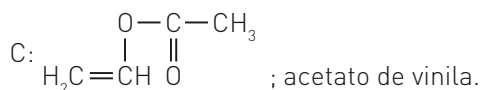
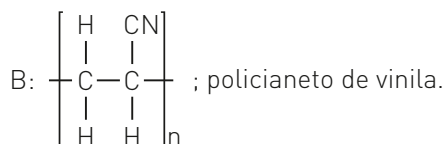
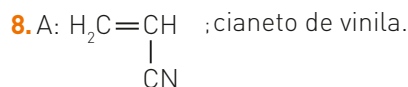
Fundamentando seus conhecimentos (p. 609)

1. Eteno (etileno): polietileno.
2. Propeno (propileno): polipropileno.
3. Cloreto de vinila: policloreto de vinila (PVC).
4. Vinilbenzeno: polivinilbenzeno (estireno).
5. Cianeto de vinila: policianeto de vinila.

6. Teflon;



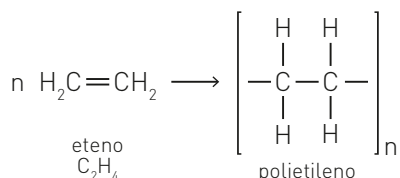
7. III; apresenta ligações π conjugadas.



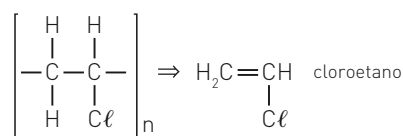
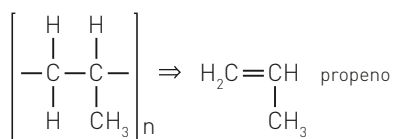
Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 610)

1. Alternativa d.
III. Não tem dupla, logo não polimerizará por adição.

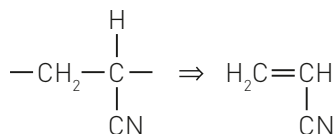
2. Alternativa b.
monômero $\rightarrow$ polímero
eteno (etileno) $\rightarrow$ polietileno



3. Alternativa d.



4. Alternativa e.



5. Alternativa d.
Y: polipropileno
Z: poliestireno
X: polietileno
W: policloreto de vinila

6. Alternativa d.
PVC = policloreto de vinila
 $\downarrow$
monômero = cloreto de vinila
 $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{Cl}$ ($\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$)

7. Alternativa a.
Líquido não polimerizável $\Rightarrow$ deve ser saturado
Temperatura de ebulição $\Rightarrow$ deve ser baixa

8. Alternativa c.
Derivados organo-halogenados serão formados na combustão do polímero que contém cloro que é um halogênio na sua estrutura.

9. Alternativa d.
Entre as opções citadas, são inorgânicos: latinhas de alumínio, garrafas de cerveja, ferros de construção e resíduos de construção; são orgânicos: restos de comida, cascas de coco e embalagens de plástico tipo PET.

10. Alternativa d.

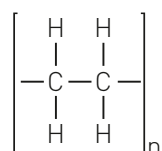
Materiais que têm como base carbono e hidrogênio: caixas de papelão (presença de celulose), pedaços de isopor (presença de poliestireno), sacos de cimento vazios (presença de celulose), corda de náilon (presença de poliamida), caibros de madeira (presença de celulose).

11. Alternativa e.

PVC contém cloro; celulose e amido contêm oxigênio; albumina, por ser uma proteína, contém, entre outros elementos, o nitrogênio.

12.a) Polímeros são macromoléculas formadas pela ligação sucessiva e consecutiva de subunidades moleculares pequenas denominadas monômeros.

b)

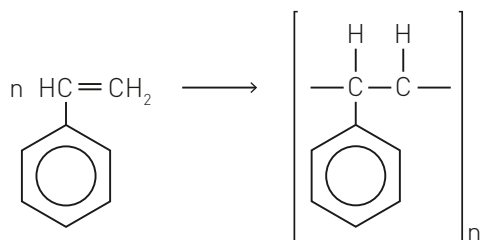


13. Alternativa b.

O poliestireno é um polímero de adição.

14. Alternativa b.

O monômero do poliestireno (PS)



monômero

poliestireno

Sua cadeia é: ramificada, insaturada, homogênea e aromática.

15. Alternativa a.

O monômero apropriado para a produção do polietileno é o etileno, ou eteno.

16.a) O PEBD, como qualquer variedade de polietileno, é produzido a partir do eteno.

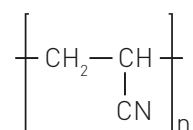
b) O PEBD é um polímero formado apenas por carbono e hidrogênio, e essencialmente apolar. Portanto, deverá interagir com outras substâncias ou materiais essencialmente apolares. As moléculas de água, por outro lado, são polares e interagem entre si por meio de ligações de hidrogênio, assim interagindo com outras substâncias polares ou iônicas.

17. Alternativas corretas: 01, 02, e 16.

[01] Correta; o polietileno é um polímero de adição do monômero etileno ou eteno.

[02] Correta; o mecanismo geral de polimerização por adição envolve o rompimento de uma ou mais ligações π e formação subsequente de ligações simples entre os monômeros.

[04] Incorreta; o polímero PVC, poli(cloreto de vinila), tem a seguinte fórmula:



[08] Incorreta; o nome adequado do monômero é eteno.

[16] Correta.

[32] Incorreta; trata-se de um fenômeno puramente mecânico, em que o polímero é triturado e reutilizado sem sofrer uma reação química.

Conexão

Tecnologia (p. 618)

Polímeros de silicone

A maioria das pessoas já ouviu falar em “silicone” e boa parte acredita que seu uso está restrito a implantes com finalidades estéticas. Para ampliar os conhecimentos dos alunos e mesmo para discutir preconceitos, o professor pode mostrar os diferentes usos desse tipo de polímero.

1. O silicone é um polímero sintético, sintetizado a partir de precursores que também são sintéticos.

2. A principal característica que permite que os silicones sejam utilizados na confecção de próteses é sua inércia química quando devidamente purificados, que previne reações químicas indesejáveis capazes de causar a rejeição do implante.

3. A característica física em questão é a transparência do óleo de silicone.
4. De acordo com o texto, o implante pode se romper e espalhar silicone pelos tecidos do corpo, causando uma resposta autoimunológica cujos sintomas são parecidos com os de uma artrite.

Conexão

Meio ambiente (p. 622)

Consequências do uso de polímeros sintéticos e soluções

A leitura aborda mudanças de hábitos relacionadas com o advento dos polímeros. O encaminhamento que achamos ideal para discutir o texto é um enfoque na participação individual e na atribuição de parte da responsabilidade pelo problema do lixo à população em geral.

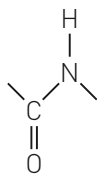
Algumas redes de supermercados têm posto à venda sacolas retornáveis com a finalidade de substituir as sacolas plásticas ofertadas gratuitamente em boa parte do Brasil. Atualmente, muitas redes adotaram o procedimento, comum em muitos países da União Europeia, de cobrar pelas sacolas plásticas.

Peça aos alunos que se pronunciem sobre esse fato, argumentando contra ou a favor.

1. Petróleo, cana-de-açúcar, amido e algodão. Os únicos recursos renováveis capazes de produzir sacolas plásticas são a cana-de-açúcar, o amido e o algodão.
2. Resposta pessoal.
3. No “lixo” não há tratamento dos resíduos. O lixo é jogado no buraco. No aterro sanitário há separação e tratamento dos resíduos; assim, o aterro sanitário é menos nocivo para o ambiente.
4. Reutilizar embalagens de plástico, separar e encaminhar para a reciclagem embalagens feitas, por exemplo, de papel, alumínio, etc.
5. Resposta pessoal.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 624)

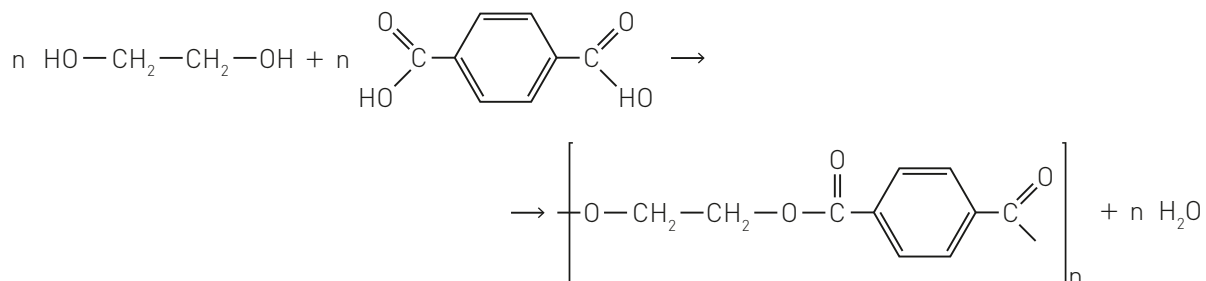
1. Adição: I, III; condensação: II, IV.
2. Ácido carboxílico; álcool.
3. Éster.
4. Ácido carboxílico; álcool.
5. H_2O .
6. IV, VII.
7. Amida:



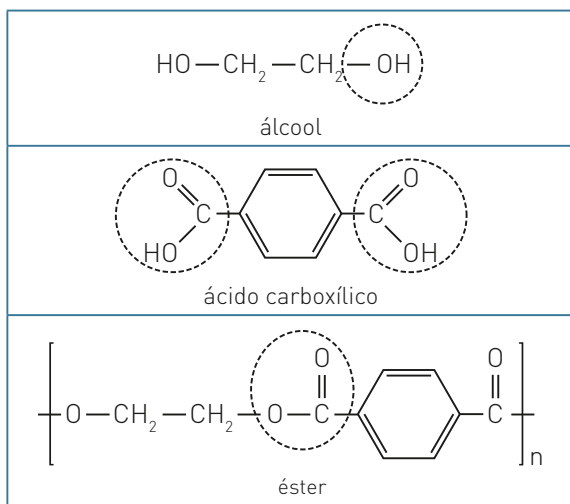
8. Amina; ácido carboxílico.
9. H_2O .
10. III e V.
11. H_2O .
12. Tomadas, cabos de panela.
13. Bases.
14. Fórmica.

Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 625)

1.a) Condensação:

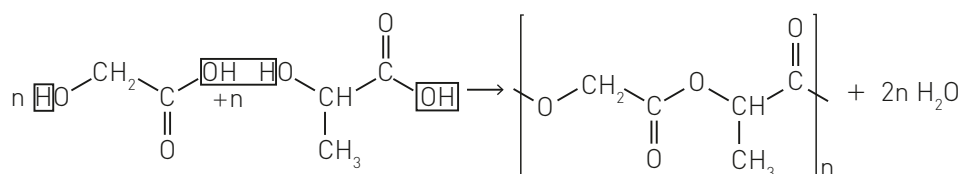


b)

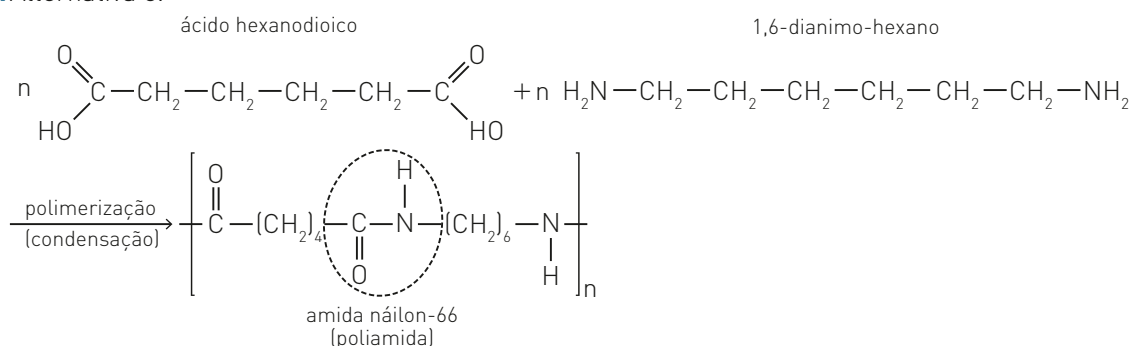


2. Alternativa a.

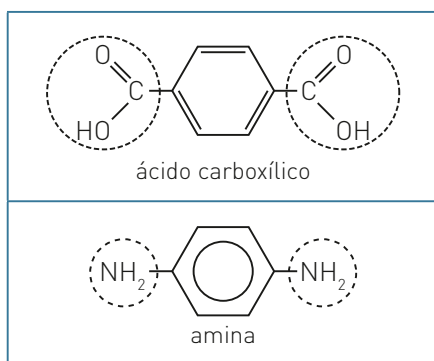
O copolímero mostrado apresenta o grupo $-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-$ característico da função éster, que pode ser formado pela reação entre as funções álcool e ácido carboxílico. Como sua unidade de repetição apresenta cinco átomos de carbono, ele pode ser formado pela reação entre os compostos I e III, representada pela equação:



3. Alternativa e.



4.



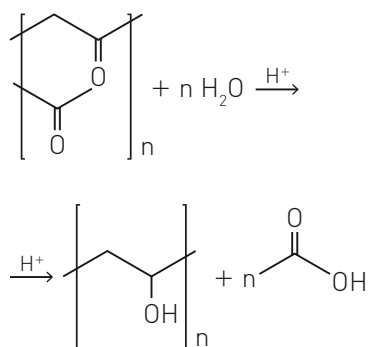
5. Alternativa d.

As nomenclaturas oficiais para os compostos apresentados são:

Figura 1: ácido 1,4-benzenodioico.

Figura 2: 1,2-etanodiol.

6. A reação química completa e balanceada pedida é:

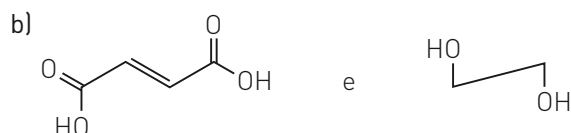


O poli(álcool vinílico) apresenta maior solubilidade em água. Os grupos hidroxila presentes em sua estrutura estabelecem ligações de hidrogênio com a água, aumentando assim a solubilidade em água.

7. Alternativa d.

A solubilização, a trituração e a fusão de objetos de PET não vão alterar a composição do polímero, pois correspondem apenas a transformações físicas. A combustão completa do polímero provoca sua degradação total, transformando-o em CO_2 e H_2O . Assim, a única possibilidade de obtenção do etilenoglicol é a hidrólise.

8. a) Dióxido de silício.



9. Alternativa d.

Notação: *Nylon* x, y. Em que:

X: número de átomos de carbono na cadeia do diácido carboxílico.

Y: número de átomos de carbono na cadeia da diamina.

Ácido butanodioico: 4 átomos de carbono.

1,2-diamino-etano: 2 átomos de carbono.

Conclusão: *Nylon* 4,2.

10. Alternativa e.

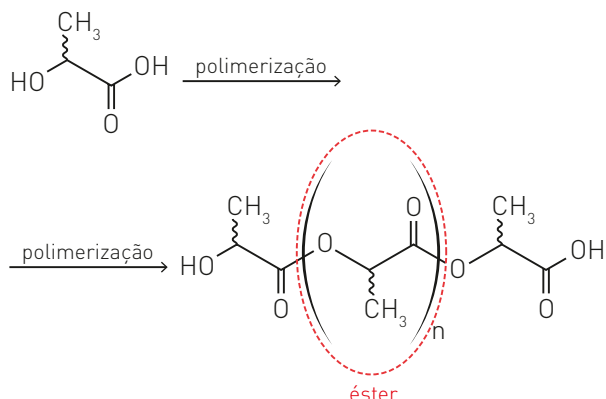
Polietileno de alta densidade (PEAD), o polietileno tereftalato (PET), o polipropileno (PP), e o policloreto de vinila (PVC) são polímeros sintéticos (fabricados artificialmente).

11. Alternativa d.

O *nylon* é obtido a partir de uma poliamida, cujo monômero está corretamente indicado na alternativa d.

12. Alternativa a.

Verifica-se a formação da função éster no elo de repetição do polímero, ou seja, tem-se um poliéster.



13. Alternativa d.

O politereftalato de etileno apresenta baixa densidade e resistência mecânica, contudo é resistente ao sol e à água salobra. Além disso, por não ser biodegradável, é resistente à ação de microrganismos.

14. Alternativa a.

15. Alternativa e.

[A] Incorreta.

Massa molar do hexanodioico = 146 g/mol

Massa molar do hexanodiamina = 116 g/mol

Massa molar da unidade polimérica = 216 g/mol $\neq$ soma dos monômeros

[B] Incorreta. O monômero do *nylon* possui fórmula molecular igual a $C_{12}H_{22}O_2N_2$.

[C] Incorreta. O *nylon* é um polímero de amida, ou seja, uma poliamida.

[D] Incorreta. Um dos reagentes usado para formar o polímero é uma diamina chamada hexanodiamina.

[E] Correta. Um dos reagentes do *nylon* é o ácido hexanodioico, um ácido dicarboxílico.

16. Alternativa a.

Carbowax: éter

Náilon 6,6: amida

PET: éster aromático

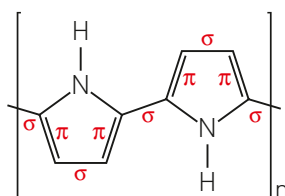
PS: hidrocarboneto aromático

PVC: haleto orgânico

Orlon: nitrila

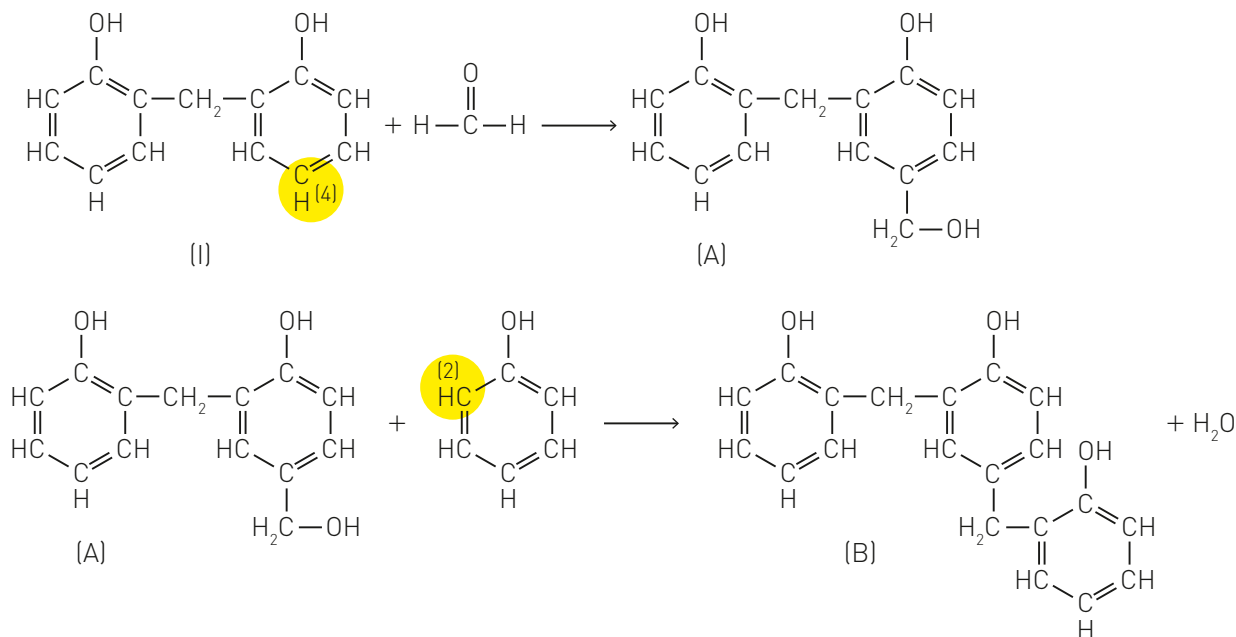
17. Alternativa c.

Um polímero condutor deve apresentar, preferencialmente, ligações sigma (σ) e pi (π) alternadas, conforme indicado na alternativa c:



18. Alternativa b.

A partir do esquema fornecido, teremos:



19. Alternativa c.

A decomposição de 1 mol do monômero do PET dá origem a 4 mol de H_2 . Portanto:

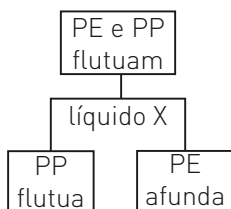
$$\begin{aligned} 192 \text{ g de PET} &\text{ — } 4 \text{ mol de } H_2 \\ 1000 \text{ g de PET} &\text{ — } n \text{ mol de } H_2 \\ n &= 20,8 \text{ mol de } H_2 \end{aligned}$$

A substituição dos valores na expressão $pV = nRT$ fornece $V = 48,8 \text{ L}$.

Desafiando seus conhecimentos (p. 633)

1. Alternativa b.

Analisando uma parte do fluxograma, temos:

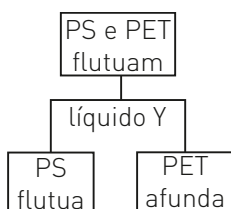


A densidade do PP é menor que a do líquido X, ou seja: $d_x > 0,90 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$.

A densidade do PE é maior que a do líquido X, ou seja: $d_x < 0,95 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$.

Portanto, X não pode ser nem glicerina nem álcool puros.

Analisando outro trecho do fluxograma, temos:



Percebe-se que:

$$d_{\text{PS}} < d_Y \therefore d_Y > 1,05 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

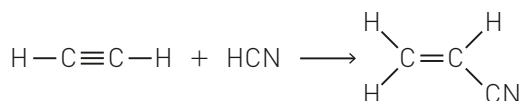
$$d_{\text{PET}} > d_Y \therefore d_Y < 1,37 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

$$1,05 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} < d_Y < 1,37 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

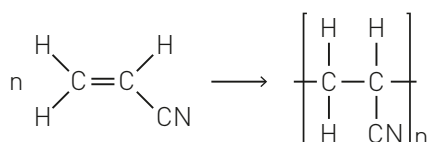
O líquido Y pode ser glicerina pura.

2. Alternativa b.

Reação do etino com HCN:



O produto obtido pode ser utilizado como monômero na reação:



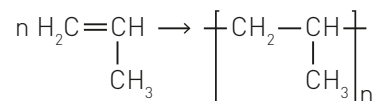
monômero

polímero

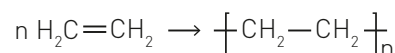
Logo, a alternativa que contém a combinação correta de xy e das fórmulas do monômero e do polímero é a b.

3.

a) A equação da reação de polimerização na obtenção do polímero PP (polipropileno):



b) O termoplástico mais encontrado no resíduo sólido brasileiro, de acordo com o gráfico, é o PE (polietileno).



O PE é apolar e hidrofóbico, pois é formado apenas por átomos de carbono e hidrogênio, ou seja, é apolar e por isso não tem afinidade com a água.

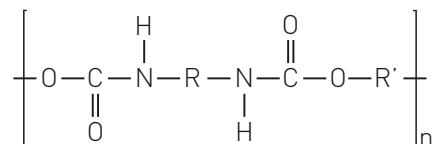
4. F - V - F - F - F.

A reação A é uma reação de polimerização e o polietileno é um polímero de adição. A formação da ligação C - O ou C = O evidencia a formação de um produto mais oxidado. O produto da reação C possui tensão anelar uma vez que os ângulos de ligação são aproximadamente 60°. Essa tensão anelar diminui a estabilidade. A reação de oxidação do eteno com permanganato de potássio em meio ácido em um meio quente levaria à formação do ácido fórmico. A reação F exemplifica uma reação de adição.

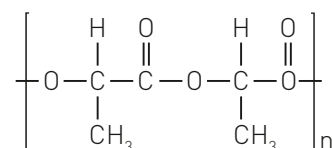
5. Alternativa a.

A inércia do *Teflon* é consequência da consistente presença de átomos de flúor ligados à cadeia principal.

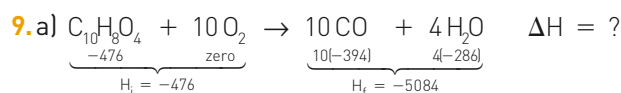
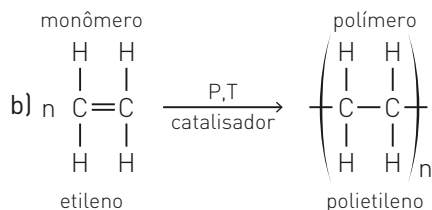
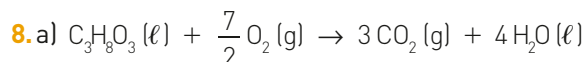
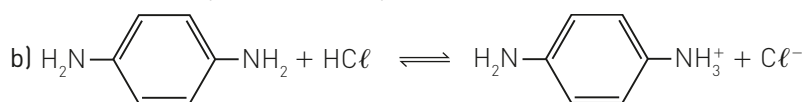
6. a)



b) Não. Os tecidos de náilon são poliamidas. Um polímero que poderia ser formado pelo ácido láctico seria um poliéster.



7.a) Classificação: polimerização por condensação.



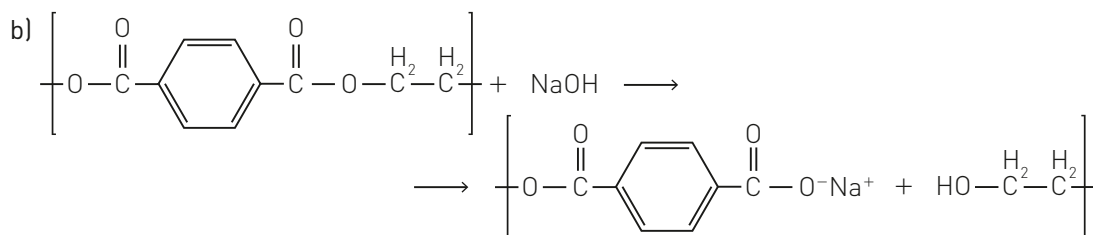
$$\Delta H = (-5084) - (-476)$$

$$\Delta H = -4608 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$1 \text{ mol C}_{10}\text{H}_8\text{O}_4 = 192 \text{ g}$$

$$\begin{array}{ccc} 192 \text{ g} & \text{liberam} & 4608 \text{ kJ} \\ 48 \text{ g} & \text{—} & \times \end{array}$$

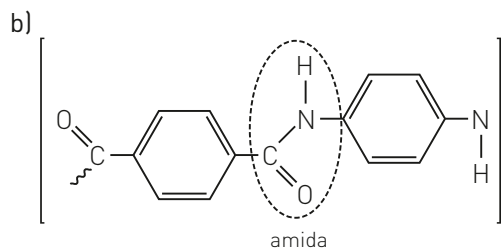
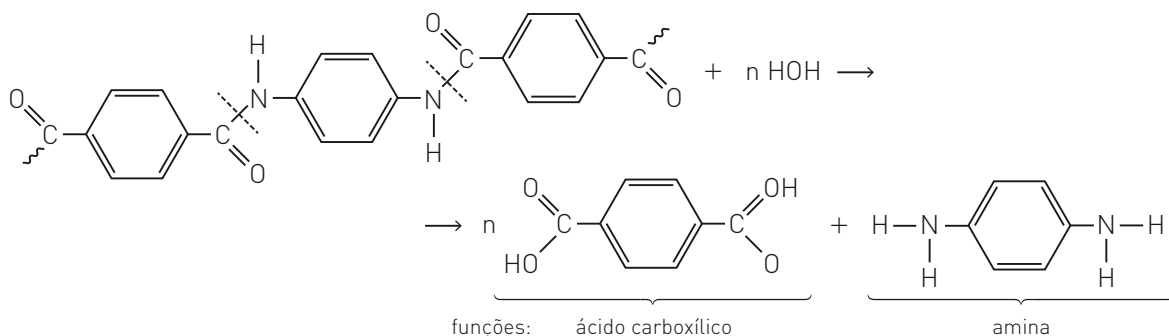
$$x = 1152 \text{ kJ}$$



10. Alternativa d.

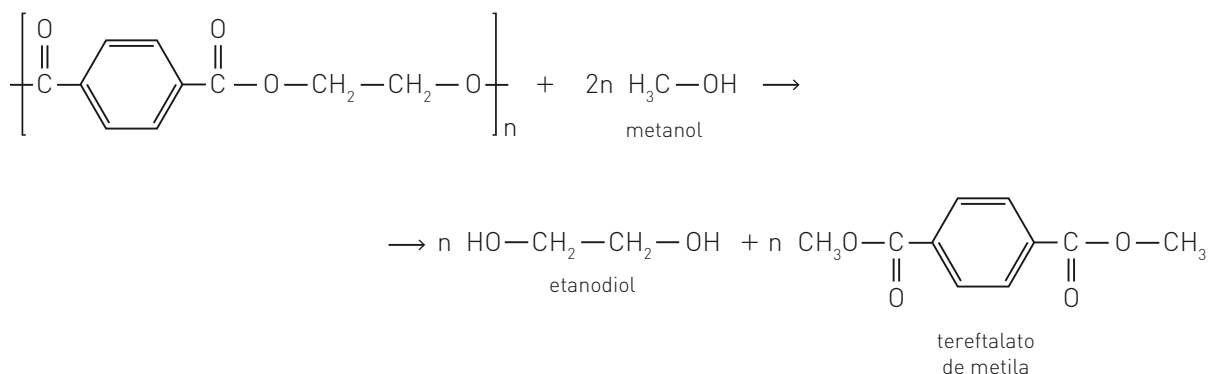
A incineração em temperaturas elevadas leva à combustão completa, que, no caso do PVC, pode gerar compostos halogenados extremamente poluentes. Por outro lado, a combustão completa do polietileno e do polipropileno, ambos hidrocarbonetos, dá origem às mesmas substâncias: CO_2 e H_2O .

11.a) Por meio de uma hidrólise podemos deduzir as fórmulas dos dois reagentes utilizados:



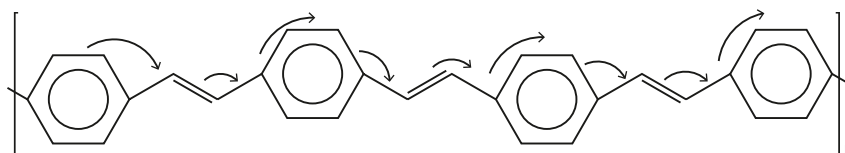
12. Alternativa b.

O polímero pode ser reciclado por meio da reação de transesterificação entre o polímero e o *metanol*. A equação do processo pode ser representada por:



13. Alternativa a.

Para que ocorra a transmissão de corrente elétrica, é imprescindível que o polímero apresente ligações π alternadas, de modo a promover uma ressonância eletrônica.

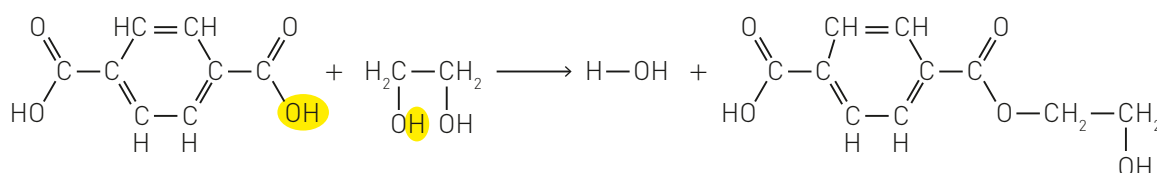


14. Alternativa a.

Filme de PVC (II) e *Teflon* (I).

15. Alternativa e.

A obtenção do polímero PET [politereftalato de etileno] se dá a partir dos monômeros ácido 1,4-benzeno-dioico e 1,2-etanodiol (ácido tereftálico e etileno glicol), uma das reações intermediárias do processo é:



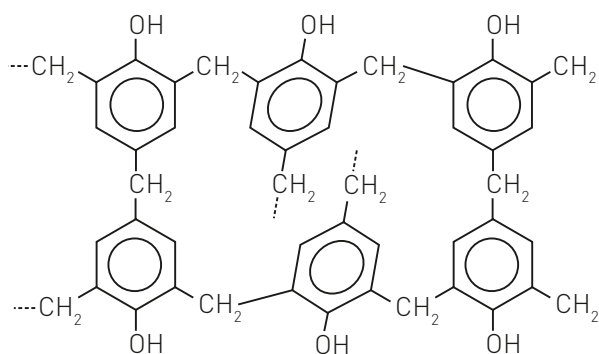
16. Alternativa d.

- [A] Incorreta. A reação é de condensação que ocorre entre um ácido carboxílico e uma amina primária.
- [B] Incorreta. A reação é de condensação e os grupos funcionais ligados ao anel benzênico ocupam a posição para.
- [C] Incorreta. A reação é de condensação e o polímero resultante é caracterizado pela formação de uma poliamida aromática.
- [D] Correta. A reação é de condensação e o polímero resultante é caracterizado por uma poliamida aromática.
- [E] Incorreta. A reação é de condensação que forma um polímero e um dos reagentes é o ácido tereftálico.

17. Alternativas corretas: 01, 02, 04 e 08.

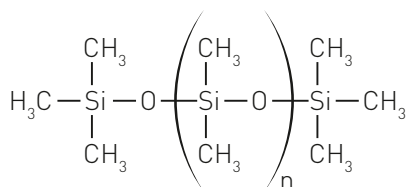
[01] Correta. O polietileno é utilizado na fabricação de sacolas e brinquedos.

[02] Correta. A baquelite é obtida pela condensação do hidroxibenzeno com formaldeído.

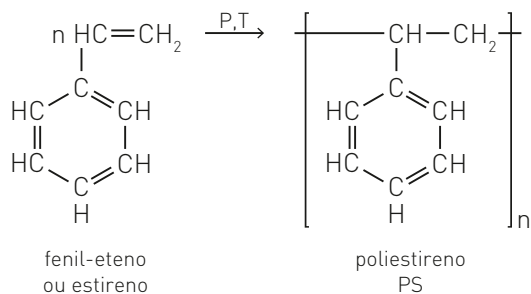


Baquelite (fragmento da estrutura tridimensional)

[04] Correta. O silicone é um polímero que contém silício.



[08] Correta. O monômero que origina o poliestireno apresenta cadeia carbônica aromática.

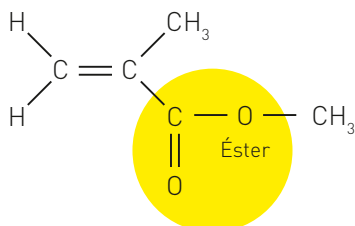


[16] Incorreta. Os polímeros polipropileno e politetrafluoretileno são sintetizados por meio de reações de adição.

18. Alternativas corretas: 08, 16 e 32.

[01] Incorreta. O PMMA é um polímero de adição (verifica-se a presença de insaturação no monômero).

[02] Incorreta. A molécula de I apresenta a função orgânica éster.



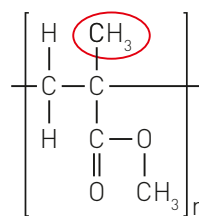
[04] Incorreta. A molécula de I não apresenta isomeria geométrica, pois existem dois ligantes (H) iguais ligados a um dos carbonos da dupla-ligação.

[08] Correta. A molécula de I é o monômero do PMMA, ou seja, sofrerá adição.

[16] Correta. A nomenclatura IUPAC de I é 2-metil-prop-2-enoato de metila.

[32] Correta. O catalisador (diminui a energia de ativação), a pressão e a temperatura são fatores que influenciam na velocidade da reação de formação do PMMA.

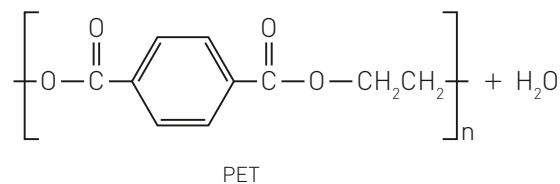
[64] Incorreta. O PMMA apresenta o radical metil ligado a um átomo de carbono saturado.



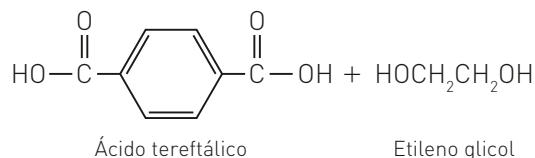
19. Alternativas corretas: 02, 08 e 16.

A reação de despolimerização do PET pode ser caracterizada como uma hidrólise (HOH) básica de éster.

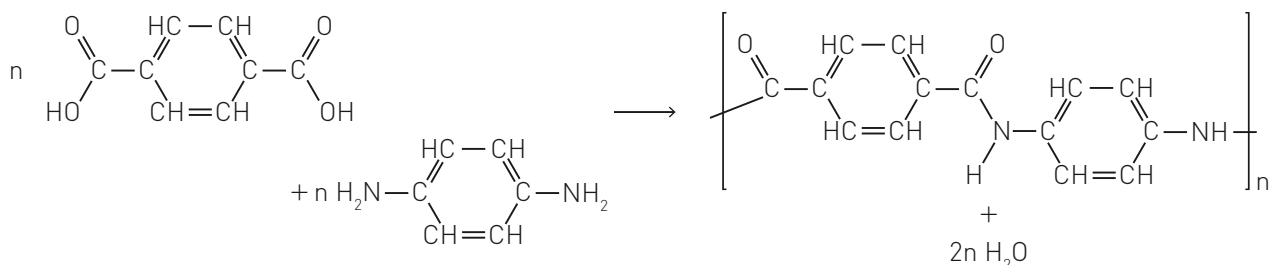
O PET pode ser obtido a partir da reação de esterificação do ácido tereftálico com etileno glicol em meio ácido.



PET



O ácido tereftálico pode ser repolimerizado, sendo que a reação do TPA com p-diaminobenzeno origina um polímero da classe das poliamidas:

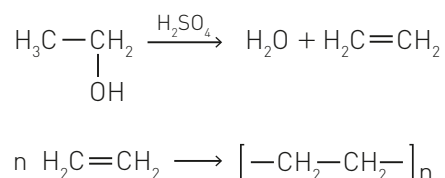


20. Alternativa b.

Os polímeros termoplásticos, após o aquecimento, podem ser moldados, o que permite a deformação do polímero a partir da aplicação de uma pressão. Esse comportamento viabiliza a reciclagem desse tipo de polímero. Já os termorrígidos são aqueles que não amolecem nem podem ser reprocessados, e o aquecimento provoca a decomposição do material, semelhante aos elastômeros, que também não podem ser fundidos para possível reprocessamento.

21. Alternativa c.

Esse processo representa a produção de matéria-prima para o polietileno verde.



22. Alternativa e.

Uma vez que as interações íon-dipolo são mais intensas que as ligações de hidrogênio, o poliácrito de sódio será mais eficaz na absorção de água.

23. Alternativas corretas: 02 e 16.

[01] Incorreta. Os silicones são inertes e não agredem o meio ambiente. Além disso, muitos são recicláveis.

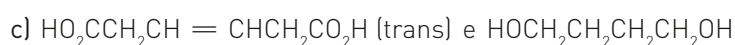
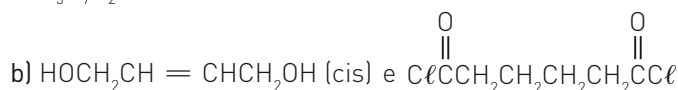
[02] Correta. As proteínas e os ácidos nucleicos são polímeros naturais.

[04] Incorreta. Os polímeros listados são termoplásticos. São polímeros termofixos: baquelite, resina, epóxi, borracha vulcanizada, entre outros.

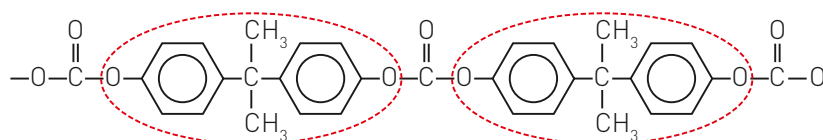
[08] Incorreta. A baquelite é um polímero termofixo.

[16] Correta. Trata-se da descrição adequada da ebonite.

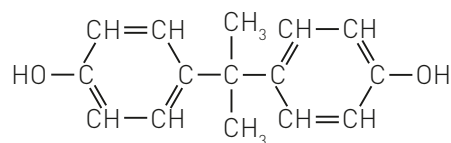
24. a) $\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_2$.



25. a) Teremos:

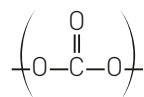


Estrutura da molécula do bisfenol A que possui duas hidroxilas ligadas a dois núcleos benzênicos:

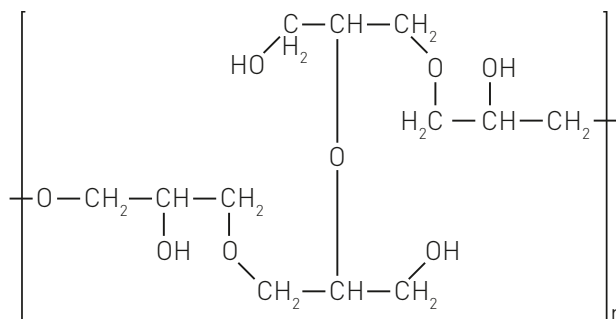


Bisfenol A

b) O termo policarbonato é derivado da estrutura do CO_3^{2-} ; carbonato:



26.a) A formação do polímero ocorre a partir do glicerol, conforme indicado no texto.



b) A solubilidade do polímero em etanol dependerá da quantidade de hidroxilas restantes em sua estrutura, pois são elas as responsáveis por interagir com solventes polares e realizar ligações de hidrogênio. Quanto maior for o grau de polimerização, menor o número de hidroxilas restantes, já que estas são consumidas na polimerização.

A análise da tabela permite concluir que o polímero 1 é o mais solúvel em etanol, ou seja, possui maior quantidade de hidroxilas não utilizadas no processo de polimerização; conseqüentemente é o polímero de menor grau de polimerização.

27. ℓ : comprimento do fio cilíndrico = 50 m

d: diâmetro do fio cilíndrico = 0,4 mm = $0,4 \cdot 10^{-3}$ m

r: raio do fio cilíndrico = $\frac{0,4 \text{ mm}}{2} = 0,2 \cdot 10^{-3}$ m

$$V_{\text{fio cilíndrico}} = \pi \cdot r^2 \cdot \ell$$

$$V_{\text{fio cilíndrico}} = 3 \cdot (0,2 \cdot 10^{-3} \text{ m})^2 \cdot 50 \text{ m}$$

$$V_{\text{fio cilíndrico}} = V_{\text{esfera}} = 6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 6 \cdot 10^{-6} \cdot 10^6 \text{ mL} = 6 \text{ mL}$$

$$d_{\text{esfera}} = \frac{m_{\text{esfera}}}{V_{\text{esfera}}} = \frac{12,6 \text{ g}}{6 \text{ mL}} = 2,1 \text{ g/mL}$$

$$d_{\text{água e sabão}} = 1,2 \text{ g/mL}$$

$$d_{\text{removedor}} = 1,0 \text{ g/mL}$$

$$2,1 \text{ g/mL} > 1,2 \text{ g/mL} > 1,0 \text{ g/mL}$$

$$d_{\text{esfera}} > d_{\text{água e sabão}} > d_{\text{removedor}}$$

a) Em cada um dos procedimentos, A e B, as esferas ficaram no fundo do frasco devido à sua maior densidade em relação a estes líquidos.

b) Pode ter ocorrido dano à superfície das esferas no procedimento B (adição de removedor à base de hidrocarbonetos), pois tanto as esferas como a mistura de hidrocarbonetos são apolares, ou seja, poderia ocorrer a dissolução superficial das esferas devido a interações do tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido.

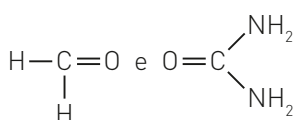
Atividade prática – Preparando um polímero (p. 645)

Professor, como o experimento utiliza ácido muriático e formol, faça-o você mesmo, evitando que os alunos se coloquem em risco ao manipular essas substâncias. Em geral, pela aparência do produto formado, esse experimento chama muito a atenção dos alunos.

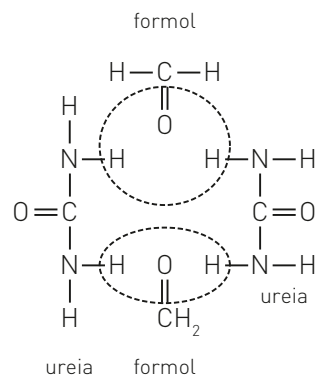
Discuta a formação do sinteco e a sua utilização.

1. Amida.

2.



3. Ocorre a eliminação da água, segundo a reação a seguir.



4. Como a polimerização só começou a ocorrer após a adição de HCl , ele deve ser o responsável pela saída de água.

Capítulo 26 Polímeros naturais

Objetivos do capítulo

- Identificar polímeros naturais importantes para a vida;
- identificar o monômero da borracha natural;
- descrever o processo da vulcanização;
- conhecer as fórmulas moleculares dos monossacarídeos, dissacarídeos e polissacarídeos;
- comparar a reação de formação de um polissacarídeo com a obtenção de polímeros sintéticos de condensação;
- identificar e representar a formação de um dipeptídeo;
- identificar as estruturas que caracterizam uma proteína.

Sugestões de abordagem

O professor pode começar a aula mencionando os polímeros naturais (borracha, polissacarídeos, proteínas) e, a seguir, apresentar a polimerização do isopreno, caracterizando um elastômero. Falar um pouco sobre a vulcanização.

Posteriormente, apresentar os polissacarídeos, dissacarídeos e monossacarídeos, dando suas fórmulas moleculares. Para finalizar, comentar a formação das proteínas pela união dos α -aminoácidos e, se achar conveniente, explicar a desnaturação proteica.

Conexão

Saúde – Intolerância à lactose (p. 651)

Aproveite este texto para divulgar e esclarecer sobre essa condição que está se tornando cada vez mais comum. Incentive os estudantes a pesquisarem sobre o tema e proponha que elaborem panfletos com orientações e esclarecimentos para distribuí-los na comunidade escolar.

1. Resposta pessoal do aluno.
2. Pesquisa realizada pelo aluno.

Um dos problemas constantes de vários hospitais é a falta de sangue para a realização de procedimentos cirúrgicos. Com esse texto, esperamos que o professor discuta com os alunos a necessidade de seus familiares doarem sangue e alguns critérios técnicos adotados para esse procedimento.

Uma boa parte da população até conhece os tipos de sangue e qual tipo uma pessoa pode receber, mas não sabe como é feita a classificação. O desenvolvimento do texto ocorre na relação entre os tipos de sangue e a presença de determinados monossacarídeos.

1. O monossacarídeo exclusivo do sangue tipo A é a N-acetilgalactosamina.
2. Porque o antígeno de suas células sanguíneas não possui nem a galactose característica do sangue tipo B nem a N-acetilgalactosamina característica do sangue tipo A, fazendo com que não provoquem resposta imune frente a ambos os tipos de anticorpos (Anti-A ou Anti-B).
3. Resposta pessoal do aluno.
4. Pesquisa realizada pelo aluno.

Polímeros biodegradáveis

Com a finalidade de iniciar a discussão sobre polímeros biodegradáveis, são indicadas algumas informações que acreditamos ser úteis.

Origem

São produzidos por microrganismos selecionados para se alimentar de açúcar, milho, batata ou trigo.

Resistência

No aspecto e na forma, os polímeros assim formados são semelhantes aos plásticos convencionais de longa duração, com diferentes formulações apropriadas para cada caso.

Processo

Depois de usados, a composição dos polímeros se altera pela ação combinada de agentes físico-químicos e microrganismos; no final do processo, reduzem-se a dióxido de carbono e água.

1. Alternativa d.
O composto biodegradável é aquele que não resiste à ação decompositora dos microrganismos do meio ambiente.
2. A bioespuma é um produto nacional, e sua adoção frente ao isopor importado é de interesse econômico para diferentes agentes da cadeia produtiva. Além disso, a bioespuma é produzida a partir de matéria-prima renovável, também produzida em território nacional e com potencial de escalabilidade. Por fim, a bioespuma agrega valor ao produto e permite sua exportação para países com rígida política de restrição a embalagens ambientalmente nocivas.
3. Bioplástico (100 dias) < Bioespuma (8 a 12 meses) < Isopor (vários anos).



(p. 657)

Deve ser originado de produtos vegetais ou animais.

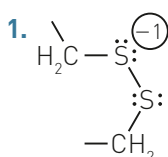
Aproveite este texto para divulgar e esclarecer sobre a doença celíaca. Incentive os estudantes a pesquisarem sobre o tema e proponha que elaborem panfletos com orientações e esclarecimentos para distribuí-los na comunidade escolar.

1. Pesquisa realizada pelo aluno.

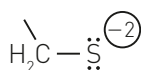
2. Pesquisa realizada pelo aluno.

O assunto tratado relaciona a estrutura de uma proteína com a forma dos cabelos. O enfoque principal está na quebra e formação das ligações de dissulfeto e na ação das ligações de hidrogênio.

Além da queratina, discute-se outra proteína: a melanina, responsável pela cor do cabelo e pelo aparecimento de cabelos brancos.



cabelo natural



cabelo tratado com
tioglicolato

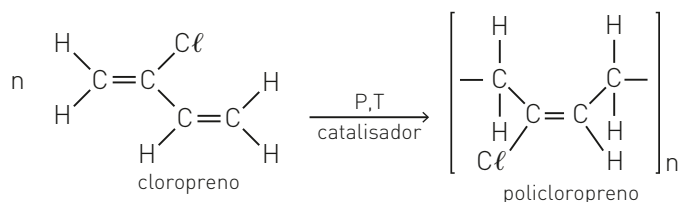
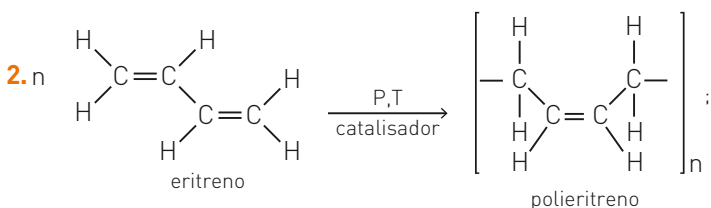
Trata-se de um processo de redução.

2. O tratamento não é permanente por dois motivos: primeiro, porque o cabelo natural que cresce em seguida não apresentará as mesmas características do cabelo que sofreu o tratamento; segundo, porque as ligações formadas durante o tratamento estão sujeitas a intempéries, que podem degradá-lo.

3. A queratina é responsável pela formação da cutícula capilar, que reveste as fibras e reflete a luz incidente, dando a impressão de brilho ao cabelo; a melanina é responsável pela cor das fibras capilares.

Fundamentando seus conhecimentos (p. 664)

1. As proteínas, os polissacarídeos e a borracha.



3. São substâncias que, quando submetidas a tensão, passam de arranjos desordenados a arranjos mais lineares de maneira reversível.

4. Consiste na adição de enxofre à borracha por meio de aquecimento.

5. $C_6H_{12}O_6$. Glicose, frutose, galactose.

6. Aminoácido. Anfótero.

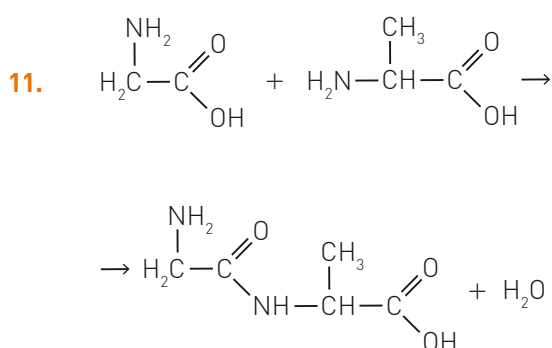
7. $X = H_2O$.

8. Monossacarídeos: glicose, frutose, galactose ($C_6H_{12}O_6$).

Dissacarídeos: sacarose, maltose, lactose ($C_{12}H_{22}O_{11}$).

9. A: $C_{12}H_{22}O_{11}$ (celobiose), dissacarídeo; B: $C_6H_{12}O_6$ (glicose), monossacarídeo.

10. É característica de proteína. Pertence à função amida.



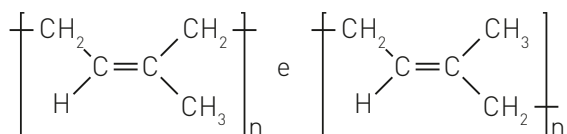
Desenvolvendo seus conhecimentos (p. 664)

1. Alternativa d.

Vulcanização é o processo de adição de enxofre à borracha natural para interligar suas cadeias poliméricas.

2. a) 2-metilbuta-1,3-dieno.

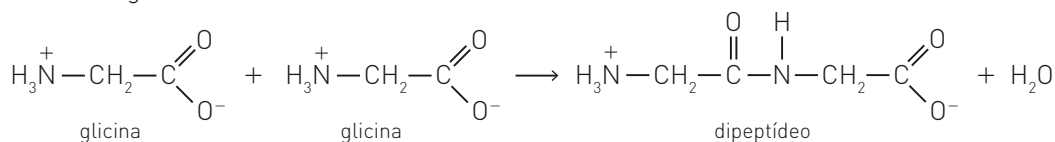
b) Os polímeros apresentam isomeria geométrica:



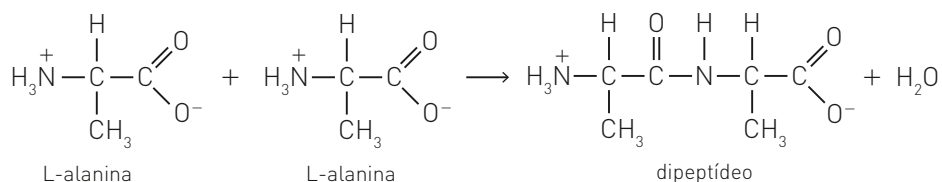
3. Alternativa c.

Em uma mistura equimolar de glicina e L-alanina, podem ocorrer estas reações entre duas moléculas de aminoácidos:

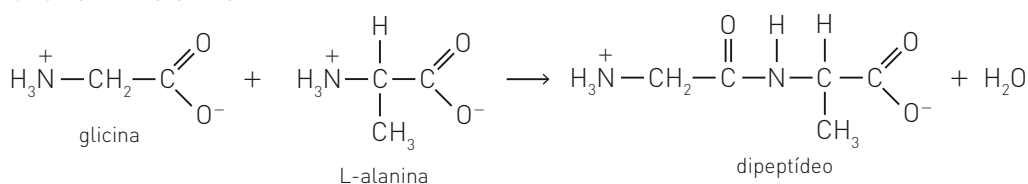
1) Glicina + glicina:



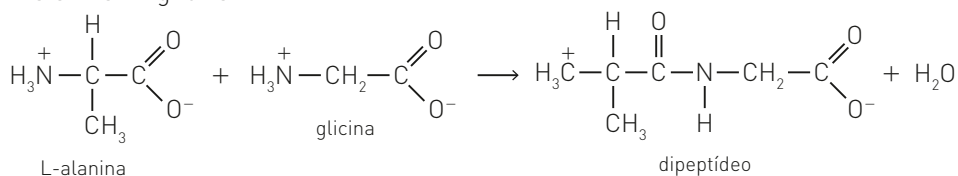
2) L-alanina + L-alanina:



3) Glicina + L-alanina:



4) L-alanina + glicina:

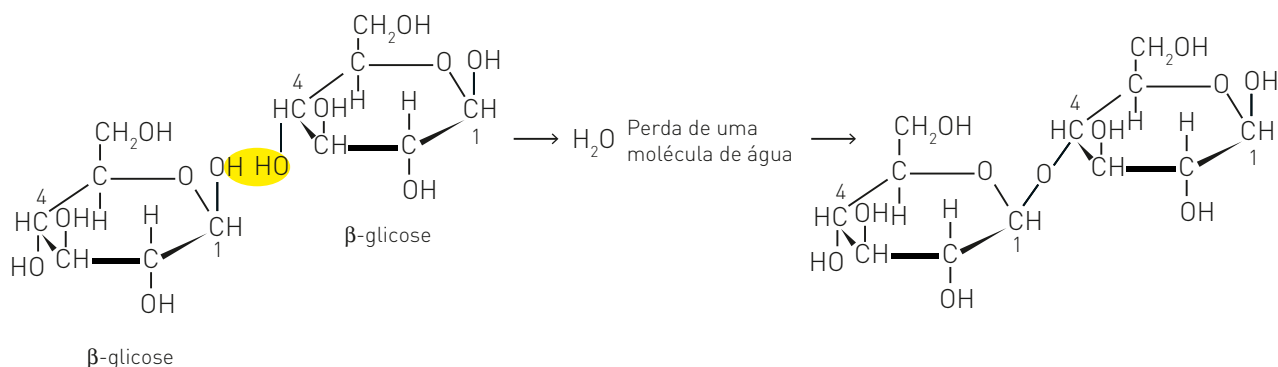


Nessas reações são formados 4 dipeptídeos diferentes.

4. Alternativa d.

A glicose é o monômero formador da celulose.

O carbono 1 de uma molécula de β -glicose pode se ligar, indiretamente, ao carbono 4 de outra, através de um átomo de oxigênio, devido à saída de uma molécula de água.



Este processo pode continuar inúmeras vezes, originando uma macromolécula conhecida como polímero (poli = muitas; meros = partes).

5. Alternativa c.

São exemplos de polímeros naturais os componentes majoritários de papel e madeira, ou seja, a celulose $[\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5]_n$.

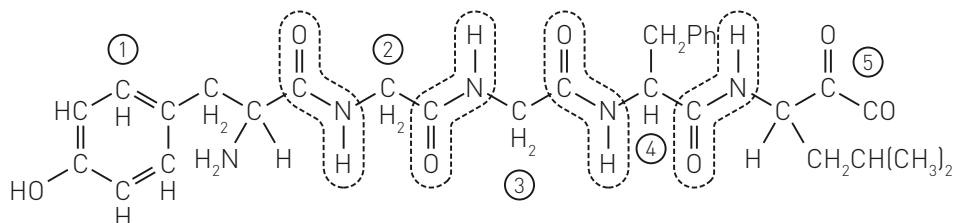
6. Alternativa e.

I. A molécula de isopreno apresenta três carbonos primários.

III. A borracha natural é apolar e suas cadeias interagem por meio de forças de dispersão.

IV. Segundo a nomenclatura oficial, a molécula de isopreno é denominada 2-metilbuta-1,3-dieno.

7. Alternativa a.



- 4 ligações peptídicas
- pentâmero 1 2 3 4 5

8. Alternativa d.

Massa molar do monômero: $5 \cdot 12 \text{ Da} + 8 \text{ Da} = 68 \text{ Da}$.

Número de monômeros: $\frac{1310\,000 \text{ Da}}{68 \text{ Da/monômero}} \cong 19\,000 \text{ monômeros}$.

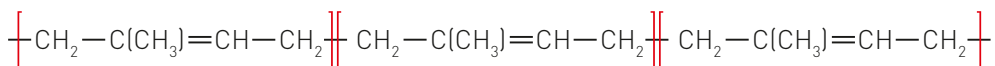
9. a) A temperatura dos pneus, recolhidos na fuselagem, era $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-13 + 273 = 260\text{ K}$) durante o voo. Próximo ao pouso, a temperatura desses pneus passou a ser $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($27 + 273 = 300\text{ K}$) e a pressão de 30 atm, mas seu volume interno não varia, ou seja, trata-se de uma transformação isovolumétrica.

$$\begin{aligned} \frac{P_{\text{pneus recolhidos}}}{T_{\text{pneus recolhidos}}} &= \frac{P_{\text{pneus pouco}}}{T_{\text{pneus pouco}}} \\ \frac{P_{\text{pneus recolhidos}}}{260 \text{ K}} &= \frac{30 \text{ atm}}{300 \text{ K}} \\ P_{\text{pneus recolhidos}} &= \frac{30 \text{ atm} \cdot 260 \text{ K}}{300 \text{ K}} \\ P_{\text{pneus recolhidos}} &= 26 \text{ atm} \end{aligned}$$

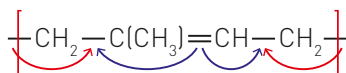
b) Cálculo do volume interno desse mesmo pneu, em litros, dado que foram utilizados 14 kg ($14 \cdot 10^3$ g) de N_2 para enchê-lo:

$$n_{N_2} = \frac{m_{N_2}}{M_{N_2}} = \frac{14 \cdot 10^3 \text{ g}}{28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 500 \text{ mol}$$
$$n_{N_2} = 500 \text{ mol}; T = 300 \text{ K}; P = 30 \text{ atm}; R = 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$
$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$
$$30 \text{ atm} \cdot V = 500 \text{ mol} \cdot 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 300 \text{ K}$$
$$V = 410 \text{ L}$$

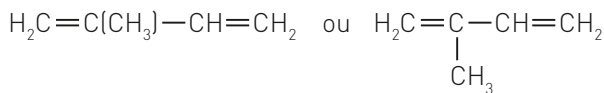
c) Fórmula do poli-isopreno:



Então,



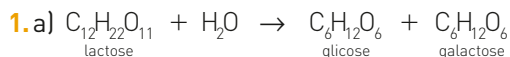
Ou seja, a estrutura do monômero é



10. Alternativa d.

As proteínas são compostos formados pela reação de polimerização (por condensação) de α -aminoácidos.

Desafiando seus conhecimentos (p. 667)



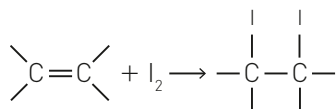
b) Caso o leite seja tratado com a enzima lactase, ele terá o seu “índice de doçura” aumentado. Isso se deve ao fato de o “poder edulcorante” da glicose (0,70) e da galactose (0,65) ser superior ao poder edulcorante da lactose (0,26).

2. Alternativa c.

I. Falsa: o amido é um polissacarídeo: $(-C_6H_{10}O_5-)_n$.

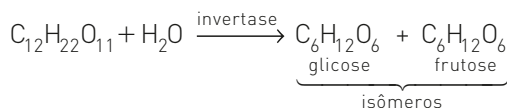
A hidrólise enzimática do amido produz glicose ($C_6H_{12}O_6$).

II. Verdadeira: o iodo (I_2) se adicionará às duplas-ligações do óleo de cozinha. Dessa forma, a quantidade de iodo consumida será diretamente proporcional ao grau de insaturação do óleo:

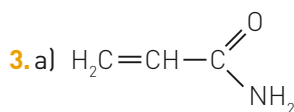


Para cada 1 mol de dupla-ligação será consumido 1 mol de I_2 .

III. Verdadeira:

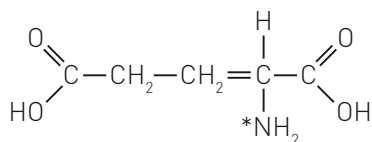


IV. Falsa: a maionese é um sistema coloidal constituído de gema de ovo – rica em proteína e lipídios – e óleo comestível, que é uma mistura de lipídios.

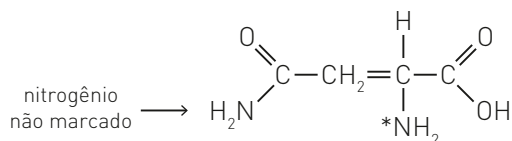


acrilamida

b) O aminoácido responsável pela formação de acrilamida é a asparagina. Os aminoácidos utilizados nos experimentos apresentam o α -amino-grupo marcado com o nitrogênio – 15 (*N):



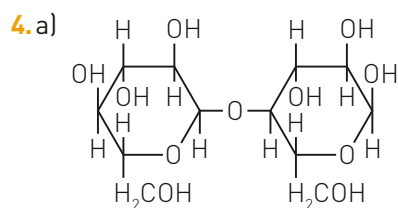
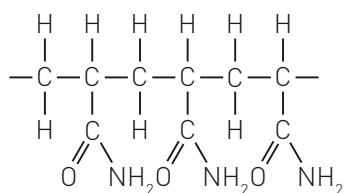
ácido glutâmico



asparagina

Como a acrilamida produzida no experimento não apresenta o nitrogênio-15, o aminoácido que a originou deve apresentar nitrogênio que não seja marcado. A asparagina atende a essa condição.

c) Um segmento da cadeia da poli(acrilamida) pode ser representado por:



b) Celulose.

5. Alternativa a.

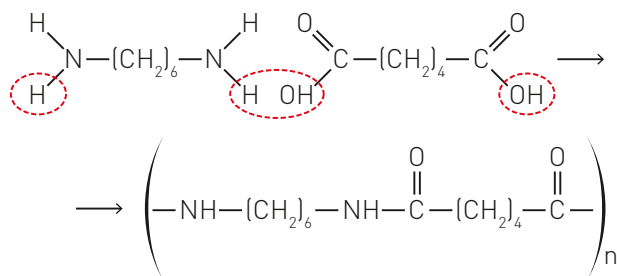
II. Glicerina e ácidos graxos são os produtos de hidrólise dos lipídios conhecidos como acilgliceróis

IV. As unidades monoméricas das proteínas são os alfa-aminoácidos.

6. Alternativa d.

[A] Incorreta. A interação com a água é devida às fortes interações íon-dipolo.

[B] Incorreta. O *nylon* se origina de uma reação de condensação:



[C] Incorreta. Polímeros são macromoléculas.

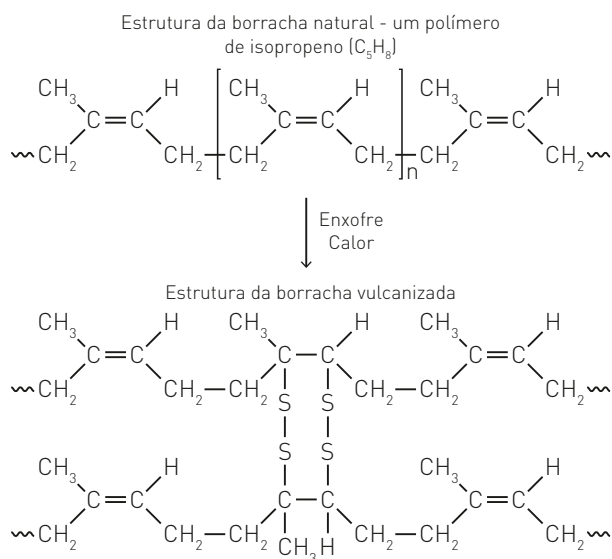
[D] Correta. Os tecidos sintéticos são polímeros que utilizam o petróleo como matéria-prima.

7. Alternativas corretas: 02, 04 e 08.

[01] Nas reações de formação de polímeros de adição, como o PVC, não há geração de subprodutos, pois o reagente é incorporado ao polímero.

[02] Um polímero de adição fabricado a partir de mais de um monômero recebe o nome de copolímero.

[04] O processo de vulcanização diminui o número de ligações duplas na borracha natural, gerando ligações cruzadas entre diferentes cadeias do polímero através de pontes de enxofre.

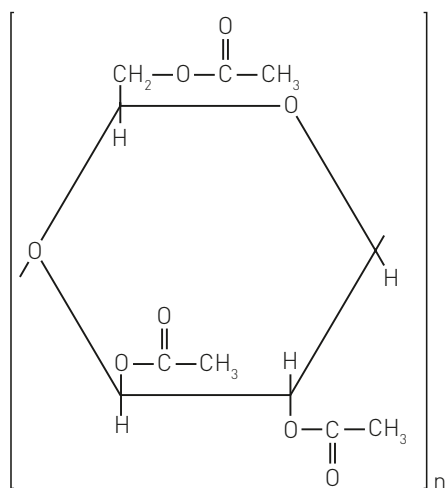


[08] Nas poliamidas, como o náilon e o kevlar, a presença de grupamentos amida é preponderante para as características de alta resistência desses polímeros, devido a fortes interações entre as cadeias, como as ligações de hidrogênio.

[16] O processo de polimerização por condensação envolve sempre dois monômeros diferentes e gera subprodutos.

8. Alternativa e.

9. a)



b) 1 unidade monomérica : 3 anidridos acéticos:

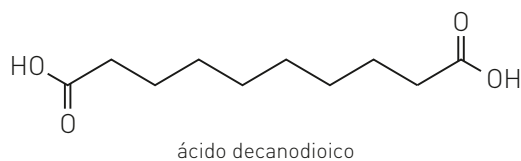
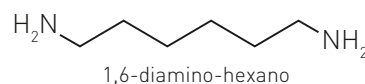
$$\begin{array}{rcl}
 1 \text{ mol} & : & 3 \text{ mol} \\
 \downarrow & & \downarrow \\
 162 \text{ g} & - & 3 \cdot (102) \text{ g} \\
 972 \text{ g} & - & x \\
 x = & \frac{972 \cdot (3) \cdot (102)}{162} = & 1836 \text{ g}
 \end{array}$$

c) 1 unidade monomérica — 162 u

$$x = 4,86 \cdot 10^5 \text{ u}$$

$$x = 3 \cdot 10^3 \text{ unidades monoméricas}$$

10. a)

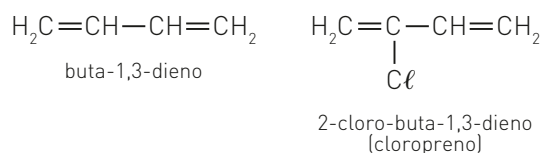


b) X_1 ; H; X_2 ; CH_3 ; X_3 ; CH_2OH .

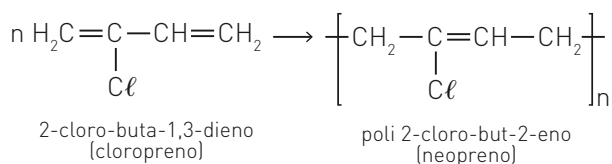
11. a) A fibra de algodão absorve muito bem a umidade (H_2O), pois é composta de celulose que possui grupos hidroxila ($-OH$) em sua estrutura. Os grupos hidroxila realizam ligação de hidrogênio com a água, absorvendo-a.

b) Os tipos de interações intermoleculares responsáveis por atrair as fibras e resultar no encolhimento do tecido de algodão são as ligações de hidrogênio.

12. a) Fórmulas estruturais:



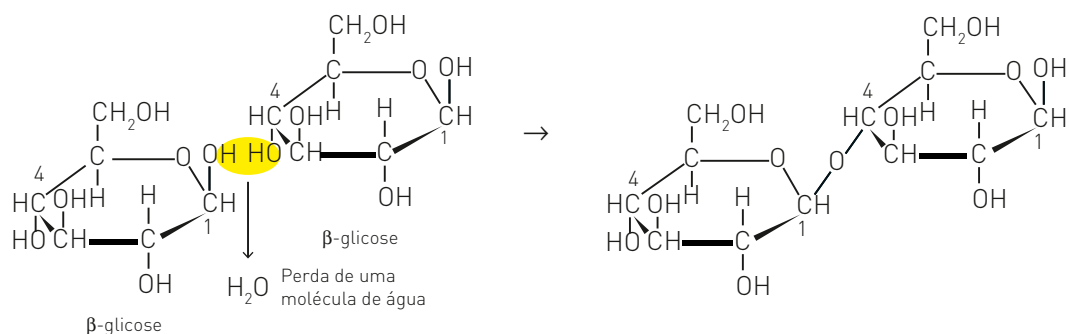
b) A partir do monômero 2-cloro-buta-1,3-dieno é obtido o poli 2-cloro-but-2-eno conhecido comercialmente como neopreno:



Tipo de isomeria espacial presente no neopreno: geométrica (*cis-trans*).

13. Alternativa d.

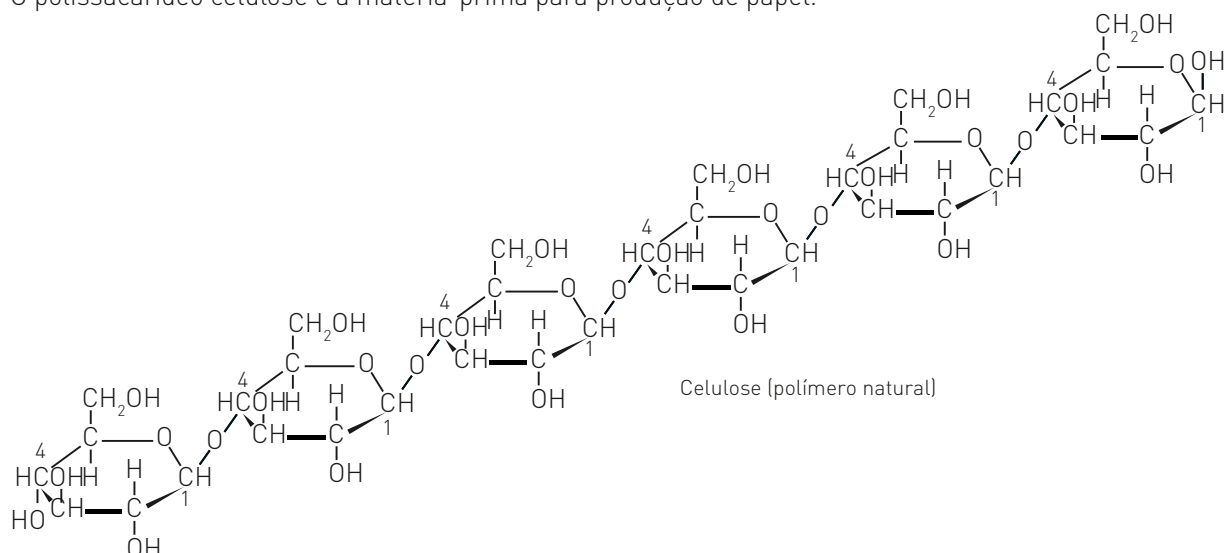
O carbono 1 de uma molécula de β -glicose pode se ligar indiretamente ao carbono 4 de outra, através de uma reação de condensação que promove a formação de um éter e a liberação de água como subproduto.



Este processo pode continuar inúmeras vezes originando uma macromolécula conhecida como polímero, por exemplo, a celulose.

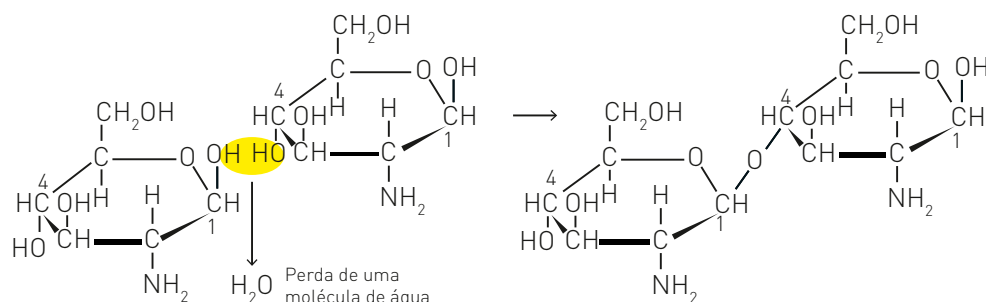
14. Alternativa a.

O polissacarídeo celulose é a matéria-prima para produção de papel.



15. Alternativa a.

A quitosana é um derivado de polissacarídeo, formado por reações de condensação 1,4 similares às que dão origem à celulose:



16. Alternativa d.

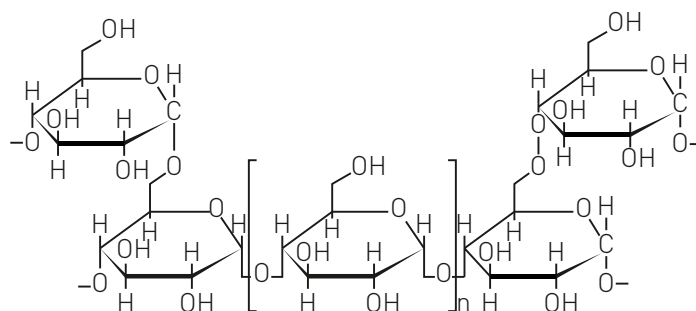
Na época do incêndio, ou seja, na década de 1950, os filmes fotográficos eram obtidos a partir de celulose, um polímero natural, obtido da polpa de madeira, misturada a grupos nitro formando a nitrocelulose, um material com alta capacidade elástica, sendo possível formar longas tiras que seriam as películas, que, por sua vez, formavam grandes rolos dos filmes antigos do cinema. Como esse material era altamente inflamável, provocou inúmeros incêndios.

17. Alternativa d.

Nesses plásticos, a fragmentação da resina polimérica é facilitada porque os carboidratos presentes são digeridos por organismos decompositores, ou seja, o polímero é biodegradável.

18. Alternativa a.

Por ser extremamente ramificado, o glicogênio apresenta em sua estrutura várias extremidades, nas quais a reação de hidrólise pode ocorrer com liberação de moléculas de glicose. Uma possível representação estrutural é:



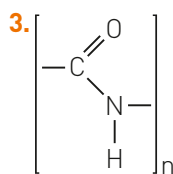
Atividade prática – Produzindo um polímero doméstico (p. 673)

Esta atividade é de fácil execução e permite que o aluno não pense que a produção de polímeros só pode ser conseguida em laboratório e indústrias, envolvendo tecnologia sofisticada.

As questões exigem que o aluno tenha conseguido identificar e organizar o conteúdo teórico.

- 1.** O filtro é a caseína e o filtrado é o soro e a solução de vinagre. A caseína é um sólido com grande capacidade de absorver umidade; por esse motivo, apresenta-se como uma pasta ou massa moldável.

- 2.** Peptídica.



- 4.** C; H; O; N.

- 5.** O calor provoca desnaturação proteica.

- 6.** Professor, para responder a essa questão, encaminhe uma pesquisa utilizando os recursos disponíveis na sua escola.

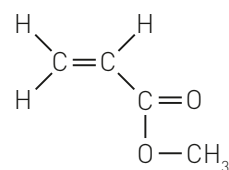
Leia, analise e responda – Goma de mascar (p. 674)

A ideia do texto é mostrar que o uso de goma de mascar tem acompanhado o ser humano há muito tempo e como esse dado também está relacionado com a higiene bucal. Acreditamos que o professor possa discutir com os alunos como eles fazem o descarte das gomas usadas. Cite que algumas pessoas jogam as gomas no chão, outras as escondem sob o tampo das mesas e assentos de cadeira, etc.

Destaque que a limpeza é um reflexo do grau de educação da população e de desenvolvimento de um país. A maneira mais correta de descartar esse material é embrulhando-o em um pedaço de papel (pode ser a própria embalagem da goma) e jogando-o no lixo orgânico.

- 1.** Alternativa c.

O texto menciona que a elasticidade é consequência da adição de PVA, cuja estrutura é



- 2.** A transformação é exotérmica, o que pode ser evidenciado pela necessidade de um refluxo para arrefecimento do meio reacional.

- 3.** No esquema mostrado, o acetato de polivinila é separado por destilação.

- 4.** Resposta pessoal.

- 5.** Pesquisa a ser realizada pelo aluno.



O CONECTE agora é CONECTE LIVE!

O CONECTE, coleção voltada para o Ensino Médio que alia Tecnologia à Educação, apresenta uma novidade nesta reformulação: o CONECTE LIVE!

O CONECTE LIVE integra conteúdos digitais exclusivos às obras de autores renomados. Além disso, promove maior interação entre alunos, professores e autores. Livros digitais, objetos educacionais digitais, entre outros conteúdos interativos, compõem a coleção.

Outra novidade! As atualizações no material didático não se encerram no momento em que os livros são impressos. Ofertas complementares e atividades diferenciadas são disponibilizadas na plataforma digital ao longo de todo o ano escolar, garantindo novidades frequentes a professores e alunos!

Para conhecer todos os materiais e os serviços do CONECTE LIVE, acesse: <http://conecte.plurall.net/>

Não compre nem venda o Livro do Professor!

Este exemplar é de uso exclusivo do Professor. Comercializar este livro, distribuído gratuitamente para análise e uso do educador, configura crime de direito autoral sujeito às penalidades previstas pela legislação.